المنظمة العربيـة للتنـمية الصناعية والتقييس والتعدين

ARAB INDUSTRIAL DEVELOPMENT, STANDARDIZATION AND MINING ORGANIZATION

دليل تطبيقات الإنتاج الأنظف
في صناعة الحديد والصلب

إدارة التنمية الصناعية

2022

دليل تطبيقات الإنتاج الأنظف
في صناعة الحديد والصلب

م. علاء الدين اللذيذ
إدارة التنمية الصناعية - 2022

المحتويات

	الصفحة
مقدمة	5
1.صناعة الحديد والصلب	6
1.1 خامات الحديد	6
2.1.1 منتجات الحديد واستخداماتها	6
3.1.1 سبائك الحديد	8
4.1.1 العناصر الأكثر استخداما في صناعة سبائك الحديد	8
2.1 الانتاج العالمي للصلب الخام	9
3.1 انتاج الصلب الخام في الدول العربية	9
4.1 عمليات الإنتاج بمصانع الحديد والصلب	10
1.4.1 الطرق الرئيسية لإنتاج الحديد والصلب	10
2.4.1 عمليات الإنتاج بأفران الحديد والصلب	12
3.4.1 السباكة المستمرة	17
4.4.1 السباكة التقليدية	18
5.4.1 عمليات التشكيل	22
2.مصادر التلوث في مصانع الحديد والصلب	27
1.2 تلوث الهواء	27
2.2 المخلفات السائلة	31
3.2 المخلفات الصلبة	31
4.2 الوحدات الخدمية ومصادر التلوث المرتبطة بها	32
3. الانتاج الانظف	36
1.3 مفهوم الإنتاج الأنظف	36
2.3 فوائد الإنتاج الأنظف	37
3.3 مبادئ الإنتاج الأنظف	37
4.3 منهجية الإنتاج الأنظف	38
5.3 تطبيق الإنتاج الأنظف	38
6.3 تقنيات تطبيقات الإنتاج الأنظف في صناعة الحديد والصلب	39
1.6.3 تقنيات التحكم بجودة الهواء	40
2.6.3 حبس الكربون وتخزينه Carbon capture and storage	40
3.6.3 التحليل الكهربائي Electrolysis	41
4.6.3 الاختزال المباشر للحديد على أساس هيدروجيني H2 based reduction	41
5.6.3 البقايا أو الخردة scrap	42
6.6.3 النواتج الثانوية لصناعة الصلب co-products	42
7.6.3 التخمير الميكروبي للغازات المنبعثة	43
8.6.3 الحد من تلوث الهواء	44

المحتويات

	الصفحة
9.6.3 الحد من التلوث بالمخلفات السائلة	47
10.6.3الحد من التلوث بالمخلفات الصلبة	48
7.3 معوقات تطبيق الإنتاج الانظف	49
4. السلامة والصحة المهنية	50
1.4 أسس السلامة المهنية:	50
2.4 الأهداف العامة للسلامة المهنية	51
3.4 العوامل المرتبطة بالسلامة والصحة المهنية	52
4.4 التدابير الوقائية للصحة و السلامة المهنية أثناء مرحلة التشغيل	52
5.4 التأثيرات البيئية والصحية للملوثات	54
1.5.4. تأثير الإنبعاثات الغازية	54
2.5.4 تأثير السوائل الملوثة	55
3.5.4 تأثير المخلفات الصلبة	56
5. الرصد البيئي لمصانع الحديد والصلب	58
1.5 مؤشرات استهلاك موارد الطاقة والمياه	58
2.5 مؤشرات الانبعاثات والنفايات	59
6. الإدارة البيئية	60
1.6 متطلبات شهادة ISO14001	60
1.1.6خصائص نظام إدارة البيئة الآيزو 14001	62
2.1.6مميزات الحصول على شهادة المطابقة آيزو 14001	62
3.1.6 آلية الحصول على شهادة الآيزو 14001	63
4.1.6 خطوات التأهيل لمواصفة الآيزو 14001	64
2.6 مواصفة الآيزو 18001	64
1.2.6 مصطلحات وتعريفات مواصفة الآيزو 18001	64
2.2.6 متطلبات نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية	67
الخلاصة	78
مصطلحات ومفاهيم مستخدمة فى صناعة الحديد و الصلب	79
المراجع	85

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1-1	الإنتاج العالمي للصلب الخام	9
2-1	انتاج الصلب الخام في الدول العربية	9
3-1	المدخلات فى عمليات الصناعات المعدنية	12
1-2	الإنبعاثات الناتجة من فرن القوس الكهربي	27
2-2	الإنبعاثات الناتجة لكل طن من المصهور	28
3-2	الانبعاثات الناتجة عن الدرفلة المستمرة و التحكم في الملوثات الناتجة	30
4-2	الملوثات المرتبطة بالصناعات المعدنية الثانوية و مصادرها	30
5-2	المؤشرات الملوثة لمياه الصرف الصناعى للصناعات المعدنية وخصائصها	31
1-4	التأثيرات الأساسية للملوثات الهوائية	54
2-4	التأثيرات البيئية والصحية للصرف السائل	55
3-4	التأثيرات الصحية لبعض الكيماويات السامة	56
4-4	التأثيرات البيئية لبعض الكيماويات	57
1-5	أمثلة لمؤشرات استهلاك موارد الطاقة والمياه	58
2-5	مستويات النفايات السائلة في قطاع مصانع الصلب المتكاملة	59
1-6	مراحل الحصول على شهادة الآيزو 14001	63

قائمة الاشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1-1	الإنتاج العالمي من الصلب الخام	9
2-1	انتاج الصلب الخام في الدول العربية	9
3-1	عمليات انتاج الصلب المتكاملة	10
4-1	عمليات تشطيب الصلب المتكاملة	11
5-1	مخطط لعمليات فرن القوس الكهربي	14
6-1	مخطط العمليات لفرن الدست	15
7-1	مخطط لعمليات فرن البوتقة	16
8-1	مخطط لعمليات السباكة المستمرة للصلب	17
9-1	مخطط سريان عمليات إعداد القوالب الرملية	19
10-1	مخطط العمليات فى مسابك الحديد ومصادر التلوث بها	21
11-1	رسم توضيحي لعملية الدرفلة	22
12-1	مخطط لعمليات الدرفلة على الساخن	24
13-1	مخطط لعمليتى السحب والبثق	25
14-1	مخطط لعملية الحدادة	26
1-3	منهجية الانتاج الانظف	38
1-4	أسس السلامة المهنية	50
2-4	العوامل المرتبطة بالسلامة والصحة المهنية	52
1-6	تصنيفات عائلة ISO14000	61

مقدمة

يعد قطاع صناعة الحديد والصلب من بين أهم القطاعات الصناعية في المنطقة العربية التي تشهد تطوراً ملموساً خلال السنوات الماضية، نظراً لارتباطه بقطاع السكن والإنشاءات والاستثمارات الموجهة للبنى التحتية الإنشائية بمختلف فئاتها، ولكنها أيضاً تعتبر من بين أهم القطاعات الملوثة خاصة فيما يخص الإنبعاثات الغازية وكمية الغبار.

وقد شهد العقد الأخير من القرن العشرين تحولاً هاماً في طريقة مواجهة المشاكل البيئية في القطاعات الصناعية المختلفة، عن طريق تطبيق سياسات الإنتاج الأنظف باعتبارها تطبيقاً مستمراً لإستراتيجية وقائية تشمل عمليات التصنيع، وتهدف إلى زيادة الكفاءة الإنتاجية والتقليل من المخاطر البيئية.

ولا شك في أن تبني نهج الإنتاج الأنظف في العمليات الصناعية له فوائد كثيرة، فمن الناحية الاقتصادية يساهم في تخفيض التكاليف المتعلقة بعمليات الإنتاج من خلال ترشيد استهلاك الطاقة والمياه والمواد الأولية. وأما الناحية البيئية فيرتبط أسلوب الإنتاج الأنظف ارتباطاً وثيقاً بالتكنولوجية البيئية التي يؤدي تطبيقها إلى تخفيض نوعية وكمية الملوثات والتخلص منها بطرق سليمة وآمنة، وخفض تأثيرات المنتجات والعمليات الصناعية على البيئة والصحة، والتقليل من المخاطر والحوادث الصناعية.

ونظراً للفوائد الاقتصادية والبيئية للإنتاج الأنظف، فقد انتهجت العديد من المؤسسات الصناعية في الدول لتطبيقه وأصبح أحد المقومات الأساسية للصناعة لما يحققه من خفض تكلفة الإنتاج وتحسين الأوضاع البيئية.

وقد اهتمت المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتقييس والتعدين بإعداد هذا الدليل ليكون بمثابة دليل إرشادي للمصانع العربية من أجل وضع أسس وقواعد الإنتاج الأنظف الخاصة بها، ويسلط الضوء على التجارب الناجحة لبعض الشركات العربية في هذا المجال.

1.صناعة الحديد والصلب

1.1 خامات الحديد

هناك ثلاثة أنواع أساسية لخام الحديد تختلف فيما بينها من حيث نسب إنتاج الحديد ونسب توافرها في الطبيعة، والجودة والسمات الفيزيائية لكل منها، وتلك الخامات هي :

- **الهيماتيت:** يتكون من مادة أكسيد الحديد(Fe_2O_3)، ويحتوي على نسبة 70% من الحديد، ويتميز بألوانه المتعددة (الأسود , الرمادي و الأحمر) وذلك حسب نسبة وحجم الشوائب الموجودة فيه، ويوجد في احجام مختلفة ما بين كتل ضخمة إلى مسحوق.
- **الماجينيت:** يتكون من مادة أكسيد الحديد (Fe_3O_4)، ويحتوي على نسبة 72% من الحديد، لونه أسود ذو بريق ولمعان كما يعد من أنقى خامات الحديد وهو ذو مغناطيسية عالية.
- **الليمونيت:** خليط من أكسيد وهيدروكسيد الحديد الثلاثي المائي بنسب مختلفة($2Fe_2O_3H_2O$)، ويحتوي على نسبة 40% من الحديد، وكمية من الماء تقدر بـ 10 %.

2.1.1 أنواع الحديد واستخداماتها

- **الحديد النقي**

مجالات استخدامات الحديد النقي في :

- الكيمياء التحليلية ومجالات الطب المختلفة.
- الهندسة اللاسلكية والصناعات الذرية ومجالات الفضاء المختلفة.
- صناعة السبائك الدقيقة وفائقة الجودة، بالإضافة إلى صناعة السبائك المتقدمة المقاومة الحرارية.
- صناعة المواد المغناطيسية اللينة والمختلفة.

❑ الحديد الزهر

يستخدم حديد الزهر في العديد من المجالات المختلفة منها مايلي:

- صناعة أنابيب وقنوات المياه.
- صناعة التركيبات الصحية مثل أنابيب الصرف الصحي.
- صناعة الأعمدة المعدنية والقواعد الأساسية للأعمدة.
- صناعة السلالم المعدنية وأعمدة الإنارة، بالإضافة إلى البوابات وغيرها.

❑ الحديد المطاوع

يستخدم الحديد المطاوع في العديد من الصناعات والمجالات المختلفة، ومنها ما يلي:

- تصنيع المواد المغناطيسية المؤقتة.
- صناعة المسامير والصواميل الحديدية.
- صناعة مواد الزينة الحديدية.
- صناعة أنابيب الماء والبخار.

❑ حديد التسليح

من أنواع حديد التسليح حديد تورستيل و حديد التسليح ذو نتوءات كلاهما مستعمل في بناء المنشآت، حديد مبروم عادي المستعمل في الإنشاءات العادية، وحديد ملوي على البارد، وحديد مقاوم للزلزال، أما الحديد الطري فهو يتميز بأنه سهل التشكيل، متواجد في السوق بوفرة على صورة لفات.

3.1.1 سبائك الحديد

تتباين سبائك الصلب في خواصها الميكانيكية والوظيفية وقابليتها للتصنيع واللحام والمعالجة الحرارية ومقاومتها للتآكل تباينا كبيرا ملبية كثيرا من المتطلبات والاستخدامات التي لا تتوافر لغيرها من المواد الهندسية. ويمكن تصنيفها إلى :

- ❑ **كربونية** Carbon Steels
- ❑ **سبائكية** Alloy Steels
- ❑ **منخفضة السبائكية عالية المقاومة** High-Strength Low-Alloy Steels
- ❑ **سبائك العدد** Tool Steels
- ❑ **سبائك تقسى بتعتيق المرتنزيت** Maraging Steels
- ❑ **سبائك المنجنيز الأوستنيتية** Austenitic Manganese Steels
- ❑ **سبائك مقاومة للصدأ** Stainless Steels

4.1.1 العناصر الأكثر استخداما في صناعة سبائك الحديد

الألمنيوم: يستخدم بكميات صغيرة يعمل كمزيل للأكسدة وينتج حبيبات دقيقة.

البورون: يزيد من الصلابة (العمق الذي يمكن أن يصلب الفولاذ به).

الكروم: يزيد من عمق التصلب ويحسن مقاومة التآكل والتآكل.

النحاس: يحسن مقاومة التآكل الجوي.

المنغنيز: يعمل كمزيل للأكسدة ويعمل على تحييد الآثار الضارة للكبريت، ويسهل التصفيح والقولبة، ويزيد من تغلغل المزاج ويحسن القوة والمتانة؛ نظرًا لخصائصه، فهو عنصر أساسي في جميع أنواع الفولاذ التجاري.

الموليبدينوم: يحسن خصائص المعالجة الحرارية، كما يزيد الصلابة ومقاومة درجات الحرارة المرتفعة.

النيكل: يحسن خصائص المعالجة الحرارية عن طريق تقليل درجة حرارة التصلب، وبالاشتراك مع الكروم، فإنه يزيد من الصلابة ومقاومة التآكل.

السيليكون: يستخدم كمزيل للأكسدة ومقوي.

الكبريت: على الرغم من اعتباره عادة شوائب، إلا أن استخدامه بكميات كبيرة (تصل إلى 3٪) يزيد من قابلية تشكيل الكربون وسبائك الفولاذ.

التيتانيوم: يعمل كمزيل للأكسدة ويمنع نمو الحبيبات، ويزيد من مقاومة درجات الحرارة المرتفعة.

التنغستن: يوفر مقاومة كبيرة للتآكل والصلابة في درجات الحرارة العالية، ولهذا السبب يتم استخدامه في إنتاج أدوات الصلب.

الفاناديوم: يزيد الصلابة ومقاومة الصدمات ومقاومة التعب، ويساهم في تكوين الحبوب الدقيقة

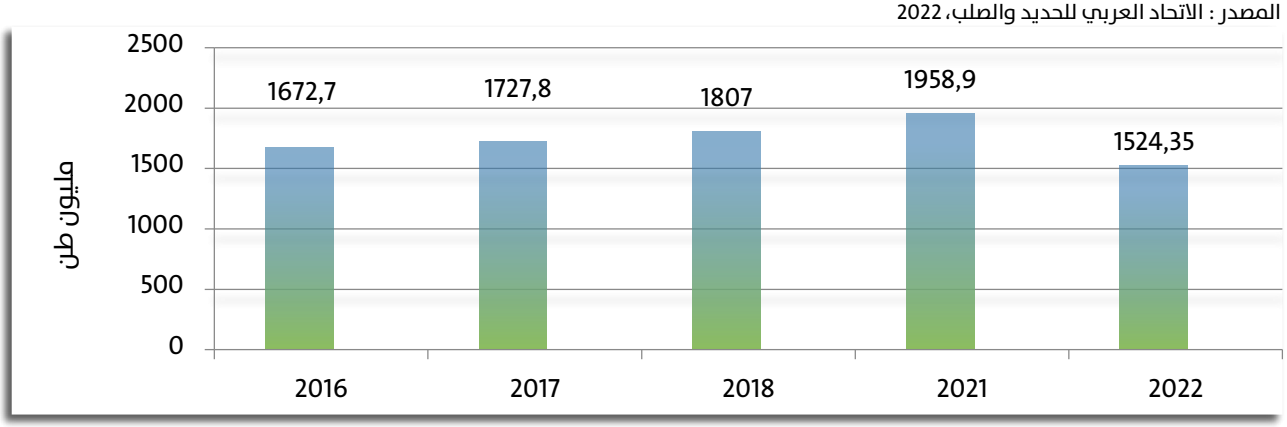
2.1 انتاج الصلب الخام عالميا

وفقاً للبيانات التي أعلنها الاتحاد العالمي للصلب عن إنتاج العالم (64 دولة) خلال 2022 بلغ انتاج الصلب الخام 1524.35 مليون طن.يقدر ويبين جدول (1-1) والشكل(1-1) انتاج الصلب الخام عالميا خلال الفترة (2016-2022)م.

جدول (1-1) الإنتاج العالمي للصلب الخام

انتاج الصلب عالميا (مليون طن)	2016	2017	2018	2021	2022
	1,672.7	1,727.8	1,807.0	1958.9	1524.35

المصدر : الاتحاد العربي للحديد والصلب، 2022



الشكل (1-1) الإنتاج العالمي من الصلب الخام

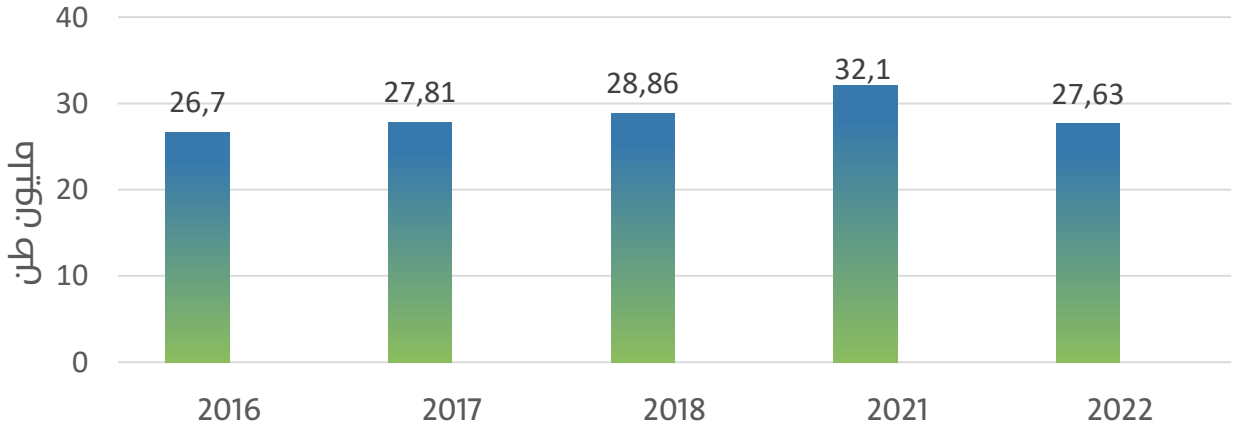
3.1 انتاج الصلب الخام في الدول العربية

يقدر انتاج الصلب الخام في الدول العربية خلال 2022 بحوالي 27.63 مليون طن وتصدرت مصر بانتاج 8.94 مليون طن تليها المملكة العربية السعودية بانتاج 7.85 مليون طن وجاءت الامارات فى المرتبة الثالثة بانتاج 2.73 مليون طن ويبين جدول (1-2) والشكل(1-2) انتاج الصلب الخام في الدول العربية خلال الفترة (2016-2022)م.

جدول (1-2) انتاج الصلب الخام في الدول العربية

انتاج الصلب عربيا (مليون طن)	2016	2017	2018	2021	2022
	26.70	27.81	28.86	32.1	27.63

المصدر : الاتحاد العربي للحديد والصلب، 2022



الشكل (1-2) انتاج الصلب الخام في الدول العربية

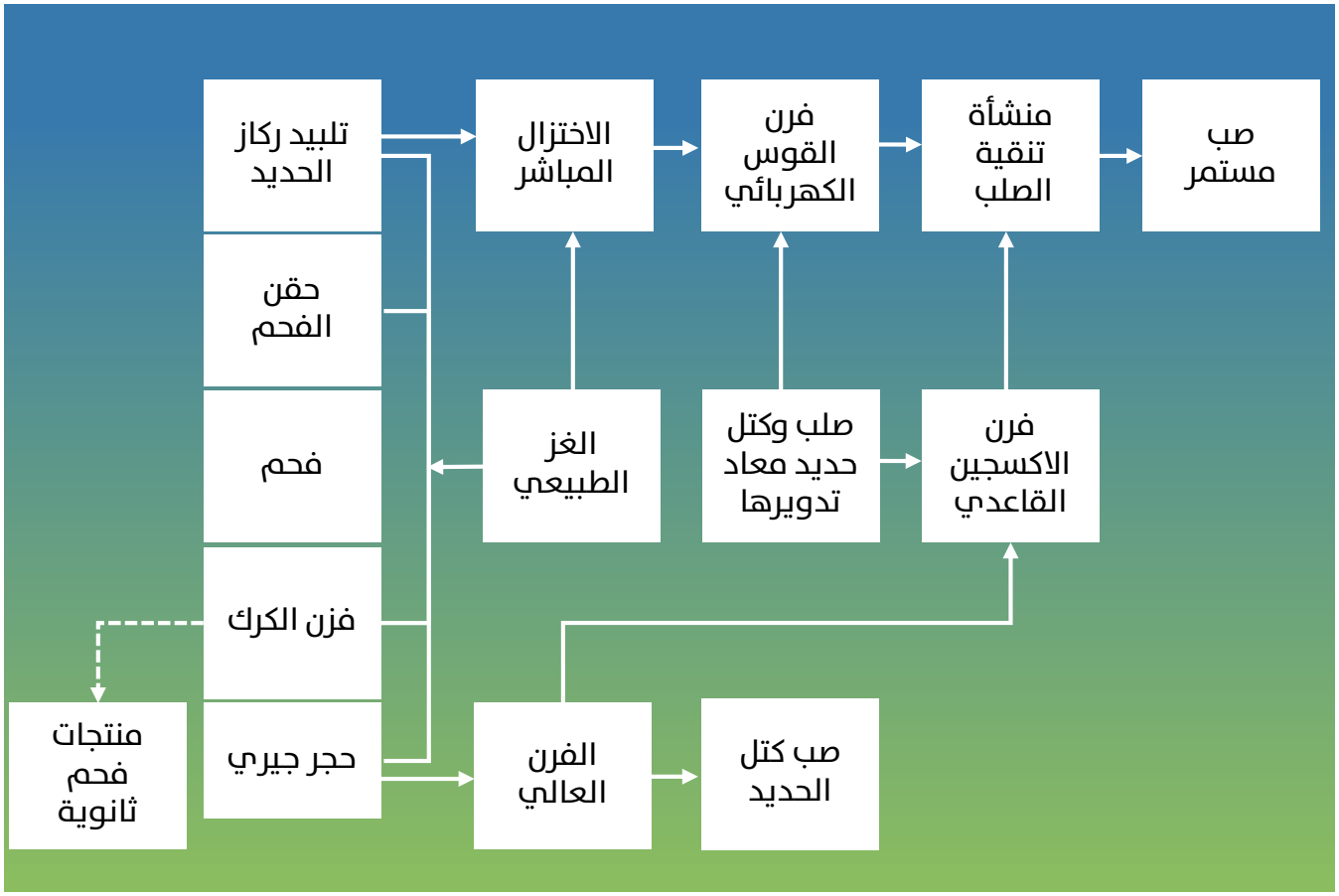
4.1 عمليات الإنتاج بمصانع الحديد والصلب

1.4.1 الطرق الرئيسية لإنتاج الحديد والصلب

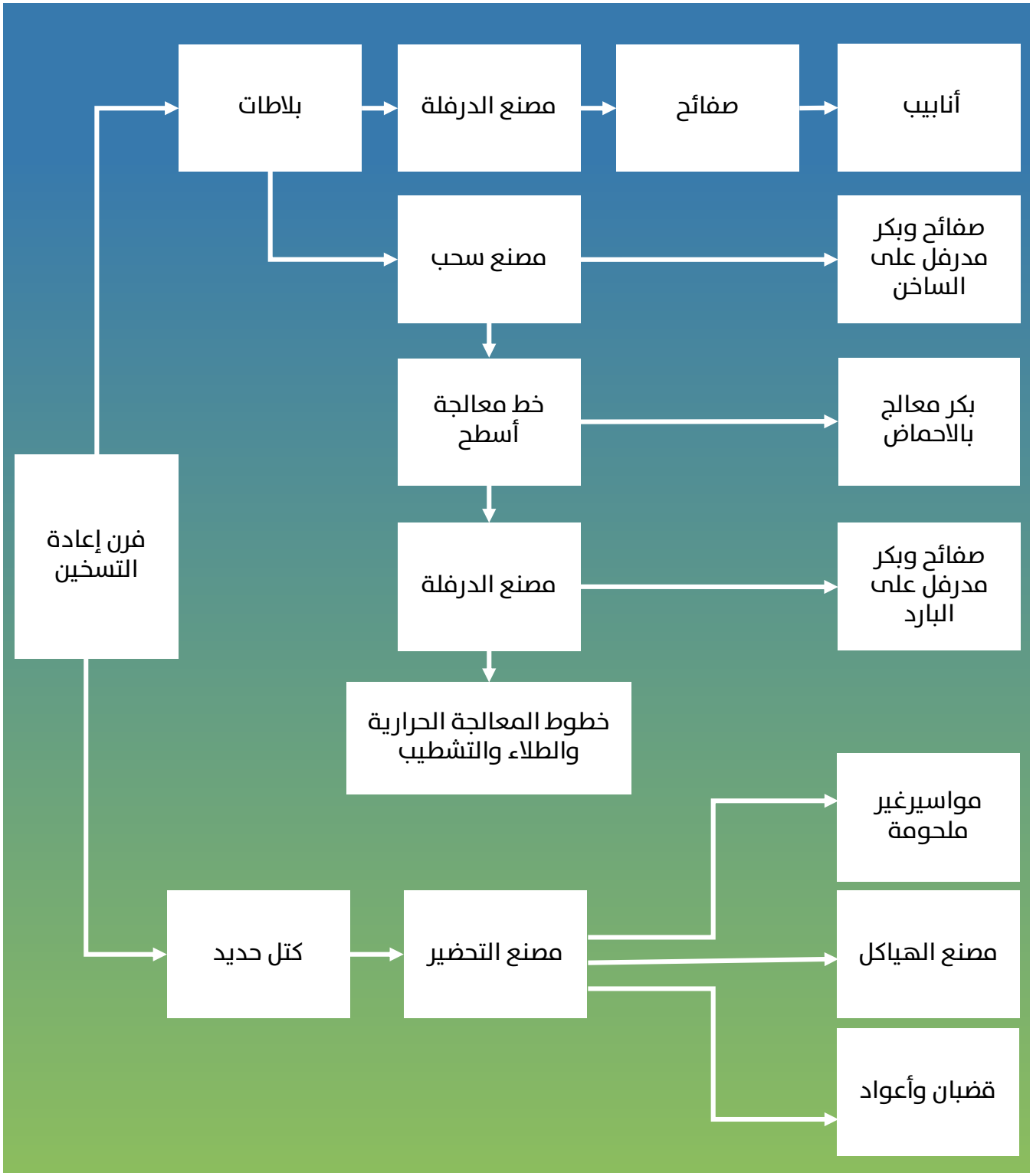
تتضمن الطرق الرئيسية المستخدمة في إنتاج الحديد والصلب مايلي :

- ❑ أعمال الصلب المتكاملة (الفرن العالي أو فرن الأكسجين القاعدي).
- ❑ الصهر المباشر للخردة أو كتل الحديد (فرن القوس الكهربائي)،
- ❑ عملية الاختزال المباشر .

ويبين الشكل (ا-3) عمليات انتاج الصلب المتكاملة والشكل (1- 4) يبين عمليات تشطيب الصلب المتكاملة.



الشكل (1-3) عمليات انتاج الصلب المتكاملة



الشكل (1-4) عمليات تشطيب الصلب المتكاملة

2.4.1 عمليات الإنتاج بأفران الحديد والصلب

تشمل العمليات الصناعية الصهر و إعطاء الشكل المطلوب للمنتجات وذلك عن طريق التشكيل وصب المعدن المنصهر والسبائك في تجويف القالب المعد سلفا وكذلك الحدادة.

ويبين جدول (1-3) المدخلات (المواد الخام) فى عمليات الصناعات المعدنية

جدول (1-3) المدخلات فى عمليات الصناعات المعدنية

العملية	المواد الخام
فرن القوس الكهربي فرن الحث أفران التسخين فرن الدست فرن البوتقة	خردة الصلب و الحديد السائل المختزل مباشرة و / أو ألواح الصلب ، خردة المعدن ، تماسيح الحديد،فحم الكوك أو مكرينات ، سبائك حديدية ، حجر جيري،وقود غازي ، بنتونيت و مواد رابطة .
المعالجة في السباكة	وقود غازي ، وقود سائل ، إضافات معالجة ،و ماء، صلب مصهور .
الدرفلة السحب البثق الحدادة	ألواح أو تماسيح أو قضبان بمقاطع مختلفة زيوت التشحيم أو الشحوم
عمل القوالب السباكة التقليدية	رمل أخضر ، رمل جاف ، رمل الكور ، المواد الخام ، الخردة، مساعدات التدفق الغازية ، و الصلبة (ثاني أكسيد الكربون ،هليوم ، نيتروجين ، أرجون ، كلور ، كلوريد زنك، كلوريدألومنيوم، فلوريد ألومنيوم)

❖ أفران القوس الكهربي

تستخدم أفران القوس الكهربي لإعادة إنتاج خردة الصلب و تحويله إلى صلب مصهور ويتم استخدامها حاليا في إنتاج الصلب المصهور من خامات الحديد مثل الحديد المنتج بالاختزال المباشر DRI (direct reduction iron) وكتل الحديد Pig Iron والصلب المصهور الناتجين من الفرن العالي .

ويعتمد عمل فرن القوس الكهربي على الإنتاج بالدفعات. كل شحنة تسمى "صبة" وتتراوح سعة الأفران عادة (1 - 250)طن.

و قد تستخدم أفران أصغر (سعة تبلغ حوالى 5 طن) لإنتاج شحنات من الصلب المخصوص وتتم عملية السبك في البوتقة خلال مرحلة الصب (Pouring) وفى بواتق المعالجة الخاصة أو في أفران البوتقة. وتشتمل الشحنة المستخدمة فى فرن القوس الكهربي على خردة صلب، صلب منصهر، الحديد الناتج من الاختزال المباشر وعادة ما تكون النسب 1130 كجم خردة أو حديد للاختزال المباشر لكل طن مسبوك ناتج .

تبدأ عمليات صناعة الصلب بإضافة الخردة حيث يعلق غطاء الفرن مفتوحا ويتم فتح سلة الخردة مما يسمح للخردة بالسقوط في الفرن ثم يتم غلق غطاء الفرن ومن ثم تشغيل الطاقة الكهربية

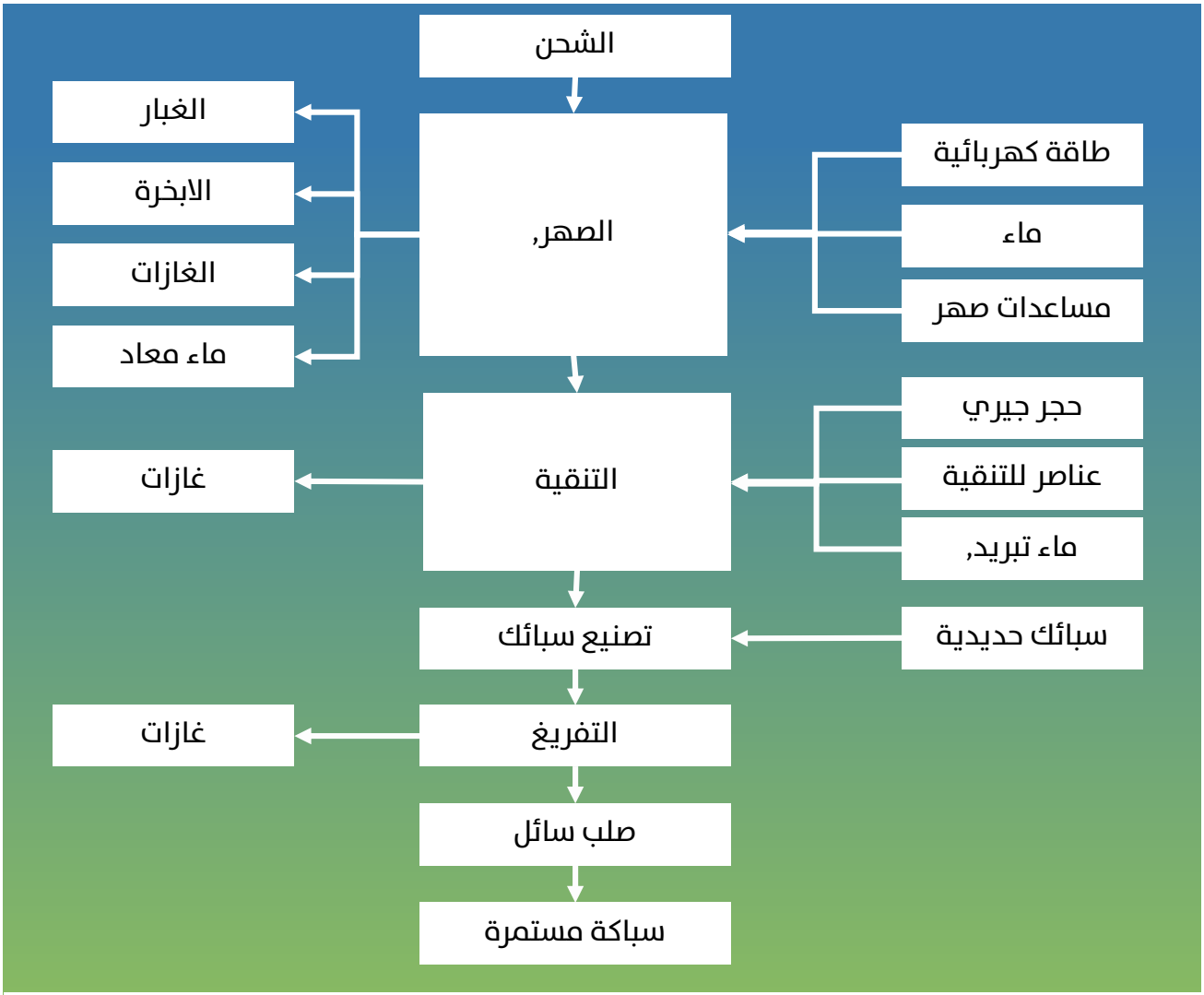
وعادة ما يضاف الكربون أو الحجر الجيري للشحنة ويعد الفحم أو فحم الكوك بيئة مختزلة مناسبة بينما يزيل الحجر الجيري الشوائب من الصلب على هيئة الخبث وتستخدم لضبط التركيب الكيميائي بعض الإضافات السبائكية ويمكن إضافتها إما مباشرة في الفرن أو في بوتقة خارجية .

وتعمل العديد من مصانع الحديد و الصلب على زيادة تجانس المصهور من حيث درجة حرارته وتركيبه الكيميائي عن طريق حقن غاز خامل في البوتقة . ومن ثم يدفع الغاز على هيئة فقاقيع إلى البوتقة باستخدام الرمح (lance) أو باستخدام سدادة ماء مسامية.

❖ أفران التسخين

قبل التشكيل يتم استخدام فرن لإعادة تسخين المعادن المختلفة لإعدادها لعملية التشكيل على الساخن، حيث يوظف الفرن لتسخين المعدن لدرجة حرارة مناسبة قبل التشكيل على الساخن ،وتشمل الخامات المستخدمة الأنواع المختلفة من القطاعات (bars, rounds, slabs, billets, and blooms) وهذه الأفران لها مصادر متعددة للطاقة الحرارية كالكهرباء و الوقود السائل أو الغازي. ولتشكيل الصلب ، يتم تسخين الألواح والمقاطع إلى درجات حرارة 1110-1250 مئوية ثم يتم تشكيلها.

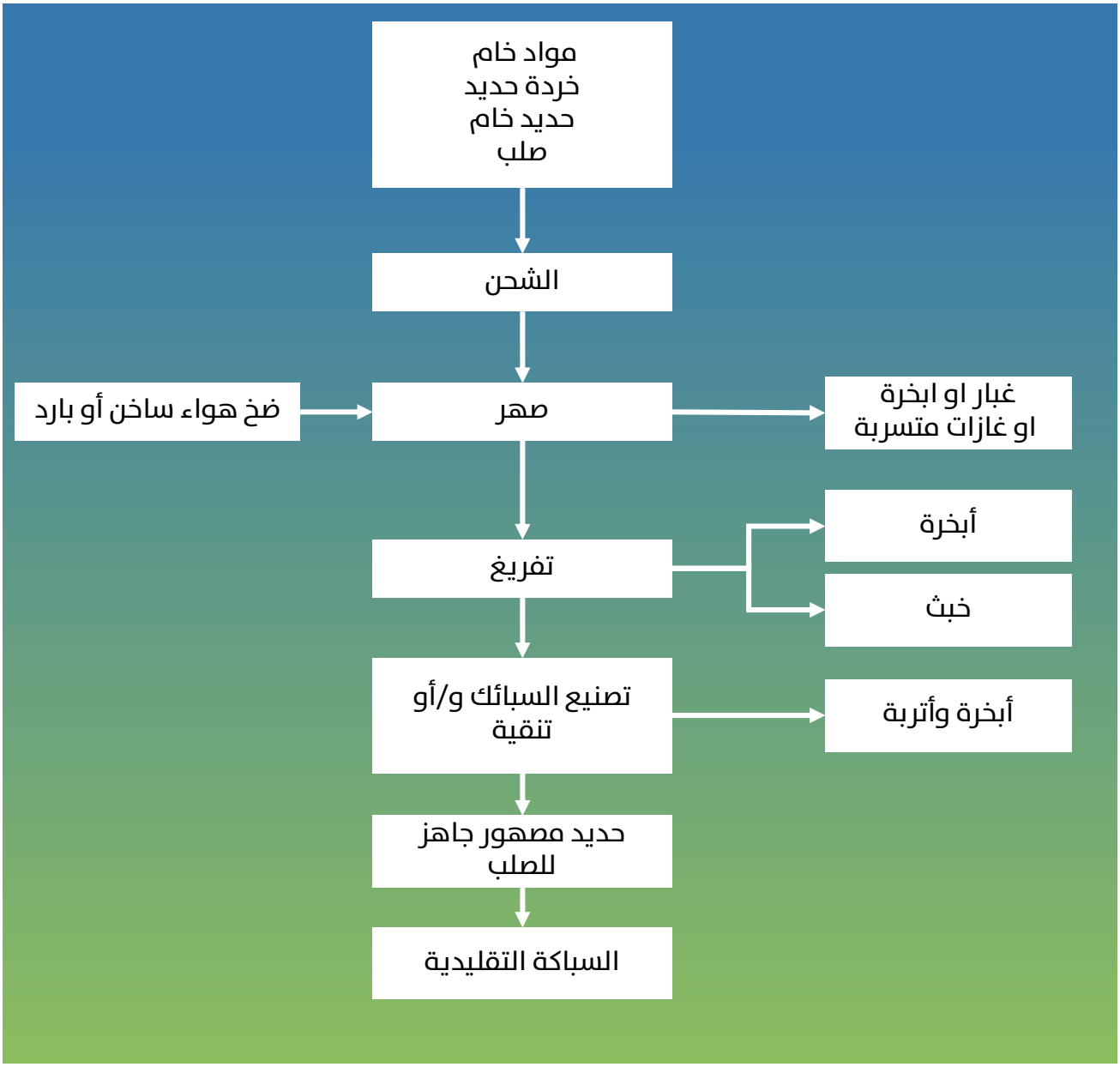
والشكل (1-5) يبين مخطط لعمليات فرن القوس الكهربي.



الشكل (1-5) مخطط لعمليات فرن القوس الكهربي

❖ أفران الدست

فرن الدست عبارة عن فرن رأسي أسطواني يمكن أن يستخدم كتل الحديد والحديد الخردة و خردة الصلب و فحم الكوك كمكونات الشحنة و يتم الانصهار عن طريق إطلاق الحرارة الناتجة عن احتراق الكوك و الناتج عن التفاعل بين الأكسجين الموجود في الهواء الجوى والكربون الموجود في الوقود و الذي يكون ملامسا للشحنة و المواد المساعدة على التدفق ، ويوضح الشكل (1-6) مخطط العمليات لفرن الدست .

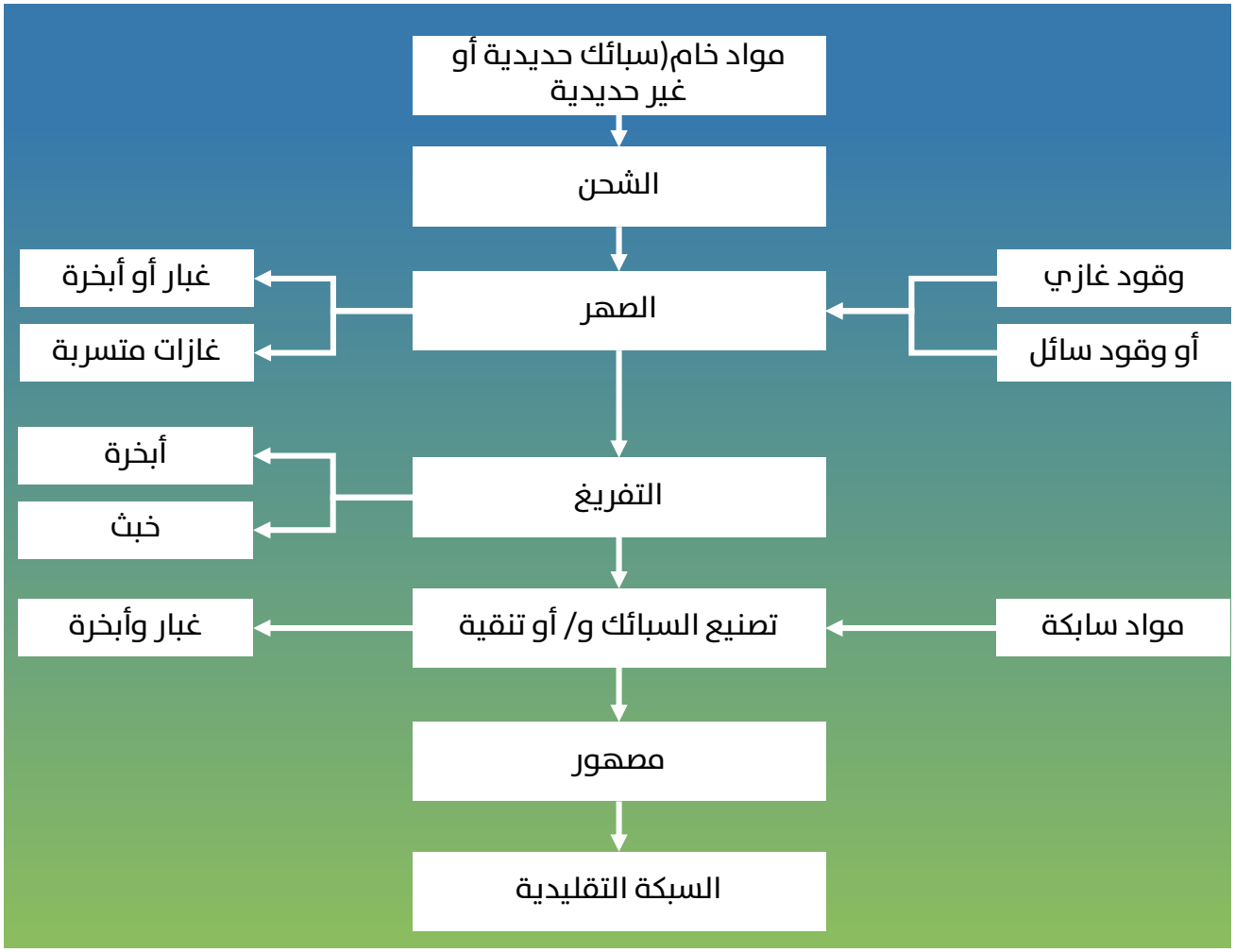


الشكل (1-6) مخطط العمليات لفرن الدست

❖ فرن البوتقة

فرن البوتقة هو فرن قوس كهربي صغير يسمح برفع درجة حرارة الصلب المنصهر في البوتقة إلى درجة حرارة السباكة ويوضح الشكل (1-7) مخطط العمليات بالفرن،

وهناك نوعان رئيسيان من فرن البوتقة ، الثابت والقابل للإمالة ، في النوع الثابت تحمل البوتقة إلى الخارج للصب بينما يتطلب فرن الإمالة نوعا من البواتق ذات الشفاه يكون مناسبا لصب المعدن منه عندما تتم إمالة الفرن. أغلب المعادن والسبائك غير الحديدية تتأكسد وتمتص الغازات ومواد أخرى وتكون رغوة (خبث غير حديدي) مما يتطلب مجموعة من الممارسات حسب نوع المعدن المصهور للحفاظ على نقائه والحصول على مسبوكات جيدة. أما في حالة استخدام فرن البوتقة لصهر السبائك الحديدية فيتم استخدام الطاقة المتولدة من القوس الكهربي لتسخين الصلب مع التقليب من أسفل بواسطة النيتروجين أو الأرجون و يتم ضبط التركيب الكيميائي من خلال بعض الإضافات السبائكية.

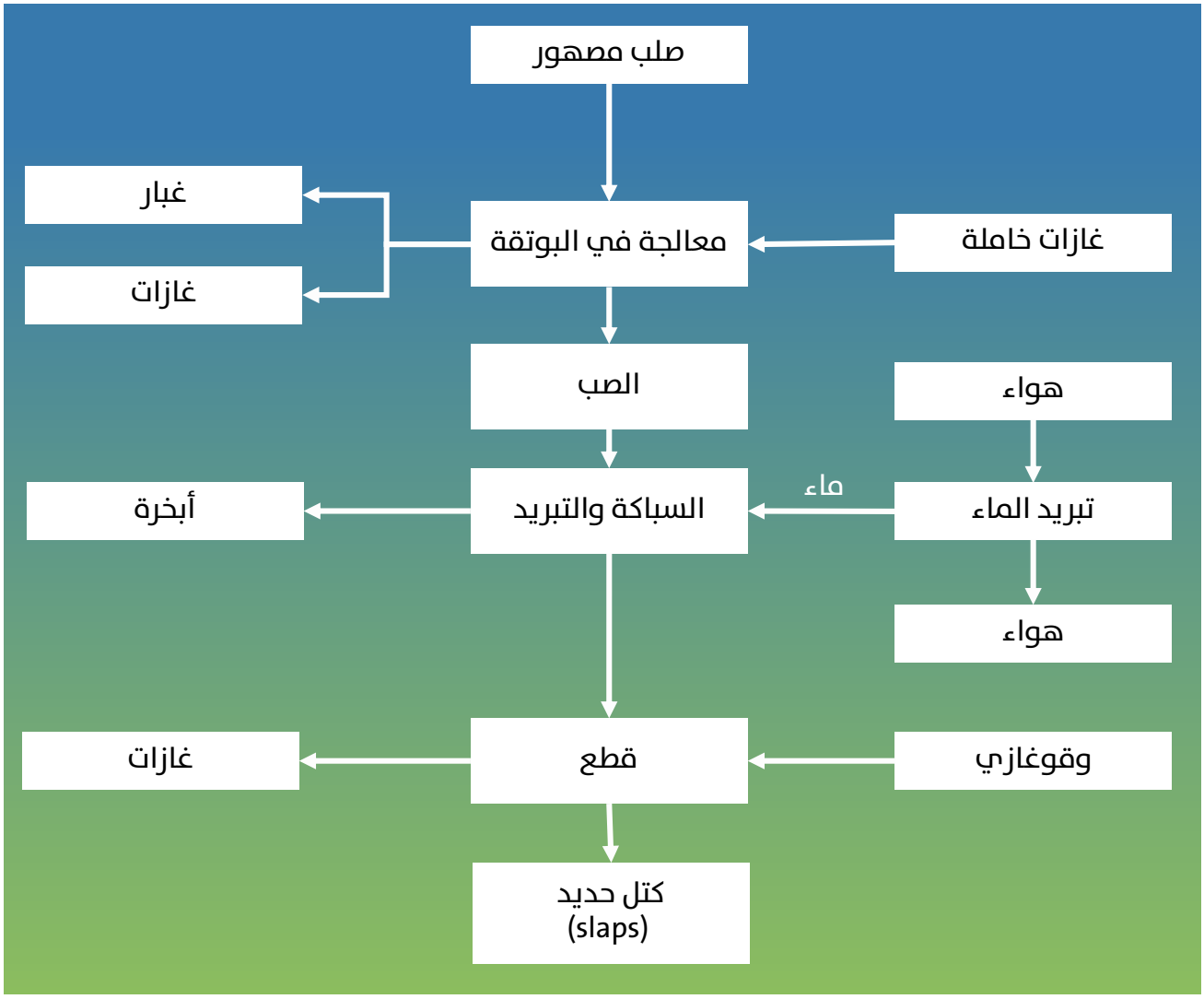


الشكل (1-7) مخطط لعمليات فرن البوتقة

❖ 3.4.1 السباكة المستمرة

تتلخص وظيفة السباكة المستمرة في إنتاج أشكال من الصلب المنصهر وباللزوجة المناسبة. وتتم معالجة الصب السائل في فرن الصهر و / أو في البوتقة ليكون جاهز للصب في معدات السباكة المستمرة وقد يستخدم وقود سائل أو غازي في إشعال البوتقة الوسيطة والتسخين المبدئى ويستخدم الماء لتبريد القالب تبريدا مبدئيا وتبريد المعدن المنصهر كتبريد ثانوي. ويوضح الشكل (1-8) مخطط العمليات للسباكة المستمرة للصلب.

تملأ تيارات الصلب المنصهر المتدفقة من فتحات التصريف في قاع البوتقة الوسيطة قوالب نحاسية تبرد بالماء وفى حركة ترددية مستمرة وبها يبدأ الصلب المنصهر في التجمد عندما يمر خلال القالب ويخرج بعدالتبريد الفوري للقشرة الخارجية



الشكل (1-8) مخطط لعمليات السباكة المستمرة للصلب

4.4.1 السباكة التقليدية

❖ صناعة القوالب

بعد إتمام صهر المعدن يتم صبه من الفرن إما في بوتقة خارجية أو فى القالب مباشرة وفى حالة الصب في بوتقة فان المعدن المنصهر يجب معالجته بالعديد من العناصر السابكة والمحددة سلفا حسب الخصائص المعدنية المستهدفة .

بعد المعالجة في البوتقة يتم صب السبيكة المنصهرة فى القالب حيث يتجمد ويترك حتى يبرد قبل فصل المسبوك عن القالب .

تتكون قوالب الرمل الأخضر من رمل رطب ويخلط مع 3 -20 % طمي 2 - 5% ماء حسب العملية .

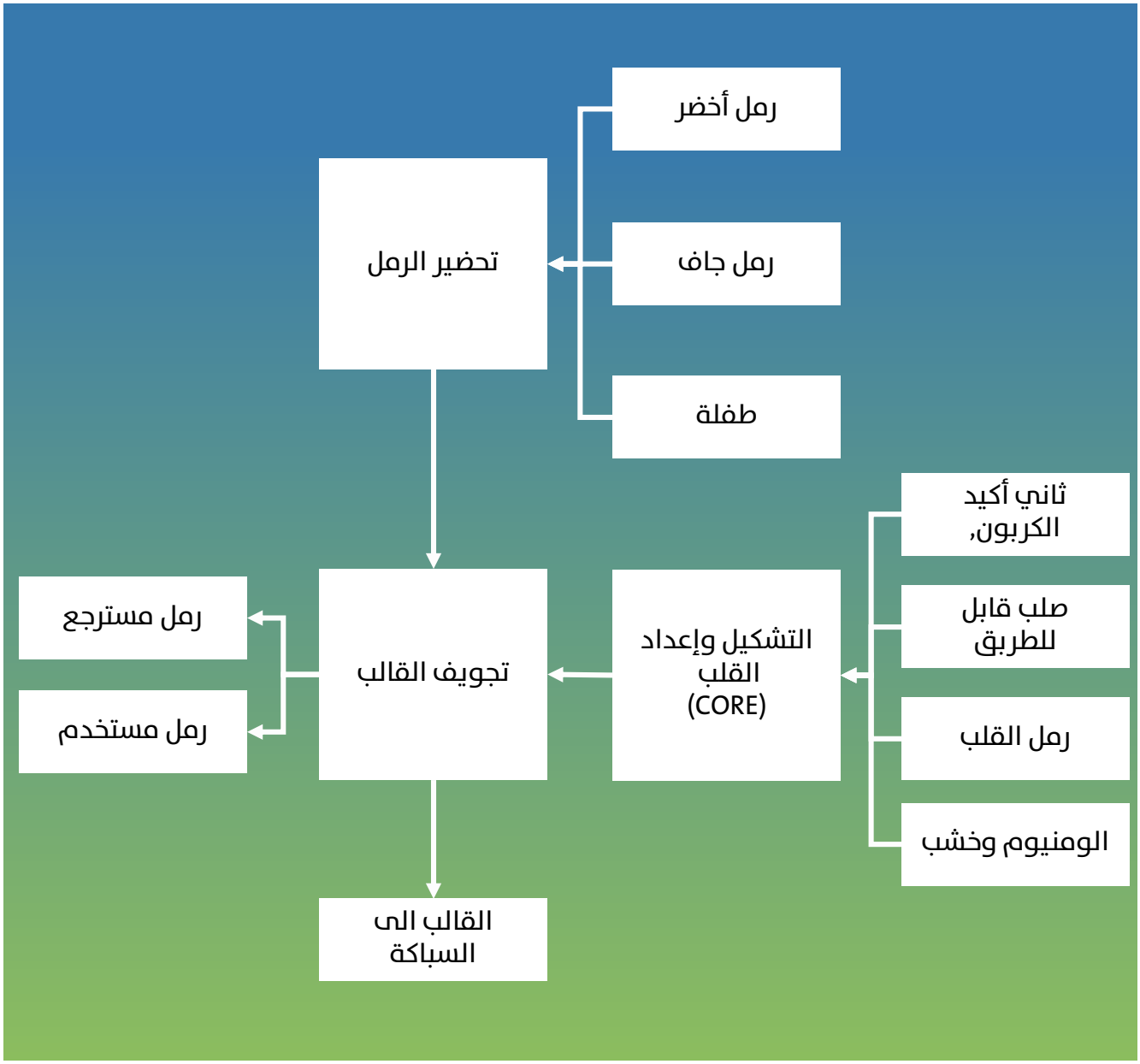
و تشمل الإضافات الموضوعة خصيصا لمنع عيوب السباكة مواد عضوية مثل :

فحم البحر(sea coal) وهو مسحوق شديد القابلية للتطاير من فحم قاري منخفض الكبريت.

خشب أو قشر الحنطة أو مواد عضوية مماثلة.

فيما يتعلق بالكور أو القلب لإنتاج التجاويف الداخلية في المسبوكة يتم تصنيعها من رمل مخلوط بأنواع مختلفة من المواد الرابطة ، ثم تشكيلها حسب الشكل المطلوب وبعد ذلك تصليده بطرق متعددة. و في المسابك الآلية تنقل القوالب بواسطة سيور النقل عبر نفق تبريد قبل وضعها على شبكة هزازة لرج القالب حتى يسقط رمل الكور من المسبوكة .

وقد يتطلب الأمر إضافة رمل لتعويض ما فقد وبسبب التلوث المحتمل، عندما تبرد المسبوكات فإن أي زوائد غير مطلوبة يتم إزالتها و قد يتم تنظيفها بعد ذلك برشها بمادة ناحتة أو بالطواحين لإزالة أي طبقات متبقية . ويوضح الشكل (1-9) مخطط لعمليات إعداد القوالب الرملية في الصناعات المعدنية الثانوية.



الشكل (1-9) مخطط سريان عمليات إعداد القوالب الرملية

❖ المسبوكات غير الحديدية

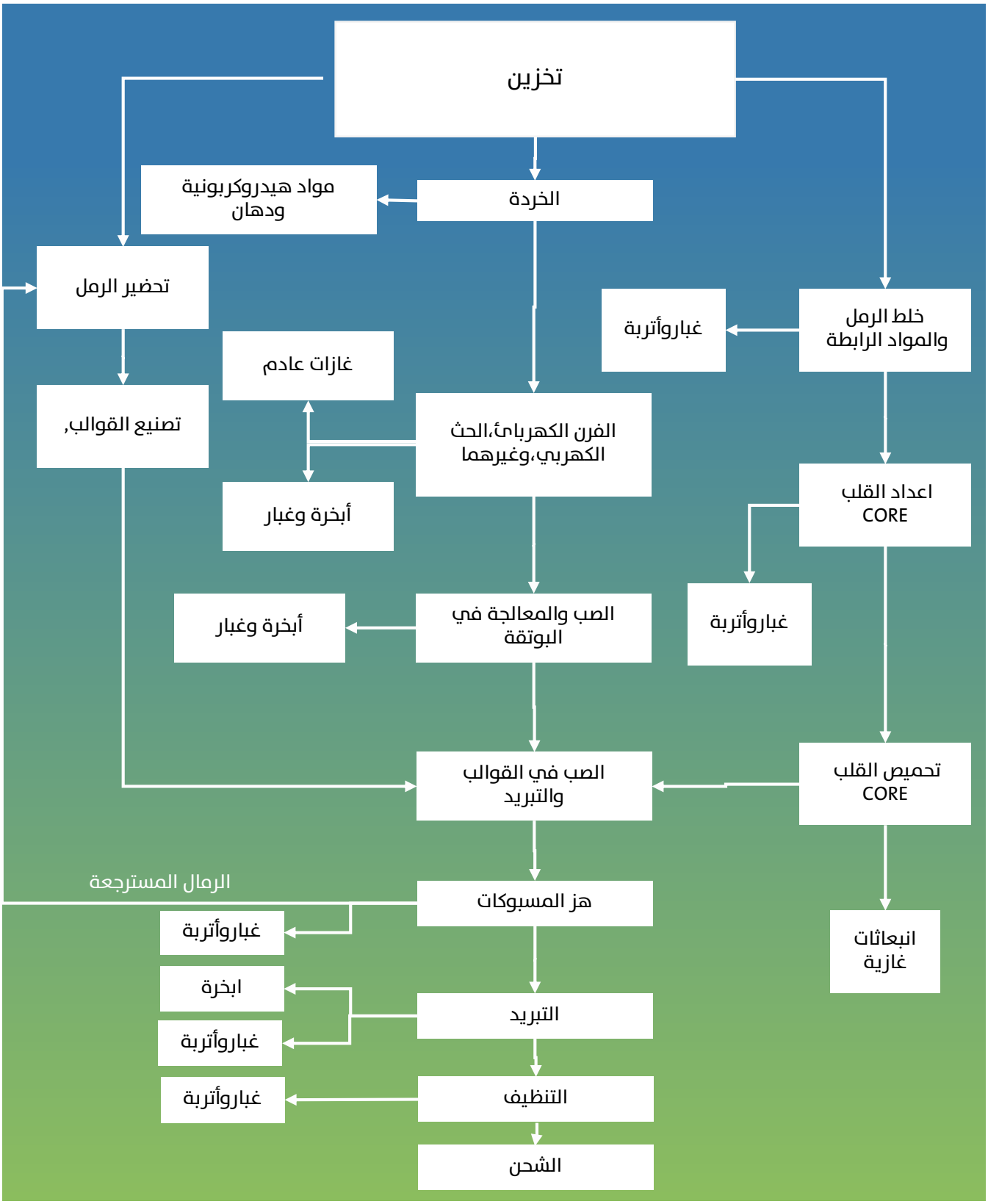
تماثل سباكة المسبوكات غير الحديدية عملية السباكة للمواد الحديدية كما قد تتطلب بعض العمليات الإضافية ويجب إعطاء عناية خاصة لتكوين الرغوة المحتوية على أكسيد الألمونيوم والنحاس والتي تتراكم على سطح المنصهر كما أن سبائك الألمونيوم سوف تمتص وتذيب كميات من الهيدروجين في الحالة المنصهرة كما تذيب سبائك النحاس كميات كبيرة من غازات الأكسجين والهيدروجين وتستخدم عملية التفوير والمواد المختزلة لزيادة كفاءة الفصل بين المعدن المنصهر والرغوة وامتصاص الهيدروجين من الرغوة .

❖ المسبوكات الحديدية

تشمل العمليات الأساسية التي تتم في مسبك الحديد نقل المواد الخام، صهر المعادن، صناعة القالب و الكور ثم السباكة و الصب والتشغيل النهائي وتتكون عمليات نقل المواد الخام من الاستلام والتفريغ والتخزين والنقل إلى مكان الصهر وتشمل المواد الخام على حديد تمساحي ، الحديد ،خردة الصلب ، رايش التشغيل من المسبوكات السابقة، سبائك حديدية ، إضافات كربونية ، المواد المساعدة على التدفق (الحجر الجيري وملح الصودا والفلوسبار)، الرمل وإضافات المواد الرابطة .

يتم تسلم هذه المواد الخام في قاطرات أو حاويات ويتم نقلها بشاحنات وسيور النقل إلى مكان تخزينها سواء في أماكن مغلقة أو أماكن مفتوحة ويتم نقل المواد بعد ذلك إلى نطاق العمل بوسائل مماثلة ٠

عندما يتم صهر الشحنة يتم تنظيف سطح المصهور من الخبث ثم يتم صب الشحنة في البوتقة أو القالب مباشرة. وعندئذ يتم إضافة المواد السابكة أو موانع التأكسد، ويتوقف ذلك على نوع السبيكة المصهورة وكذلك على إجراءات الصهر. وبعد تجمد المسبوكات وتبريد القوالب جزئيا، يتم وضعها على شبكة هزازة ثم يجرى تكسير القوالب والكور ويتم استرجاع الرمل واستخراج المسبوكات ، الشكل (1-10) يوضح العمليات الجارية فى مسابك الحديد ومصادر التلوث المرتبطة بها.



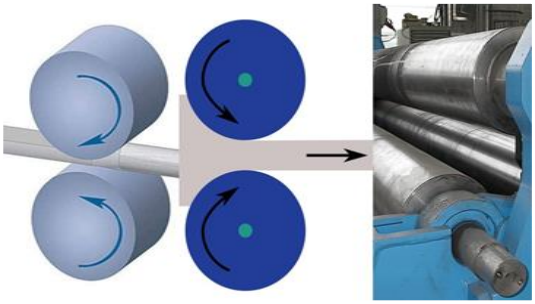
الشكل (1-10) مخطط العمليات فى مسابك الحديد ومصادر التلوث بها

5.4.1 عمليات التشكيل

تعتمد عمليات التشكيل فى الصناعات المعدنية الثانوية على العديد من العمليات الميكانيكية التى تتعامل مع المعادن بعد سبكها لإكسابها الأشكال المطلوبة . ومن أهم هذه العمليات الدرفلة، السحب والبثق والحدادة.

❖ الدرفلة

الدرفلة هي عملية صناعية تعتبر إحدى طرق تشكيل المعادن. وتعتمد فكرتها على تمرير المعدن على البارد أو الساخن عبر أجسام أسطوانية ثقيلة وذات صلادة عالية (تسمى الدرافيل) كما في الشكل (1-11) وذلك بهدف تقليل سمك الصفائح أو قطر القضبان.



الشكل (1-11)رسم توضيحي لعملية الدرفلة

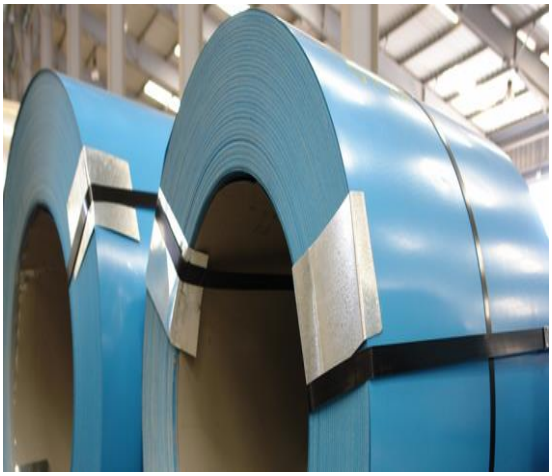
❖ أنواع الدرفلة :

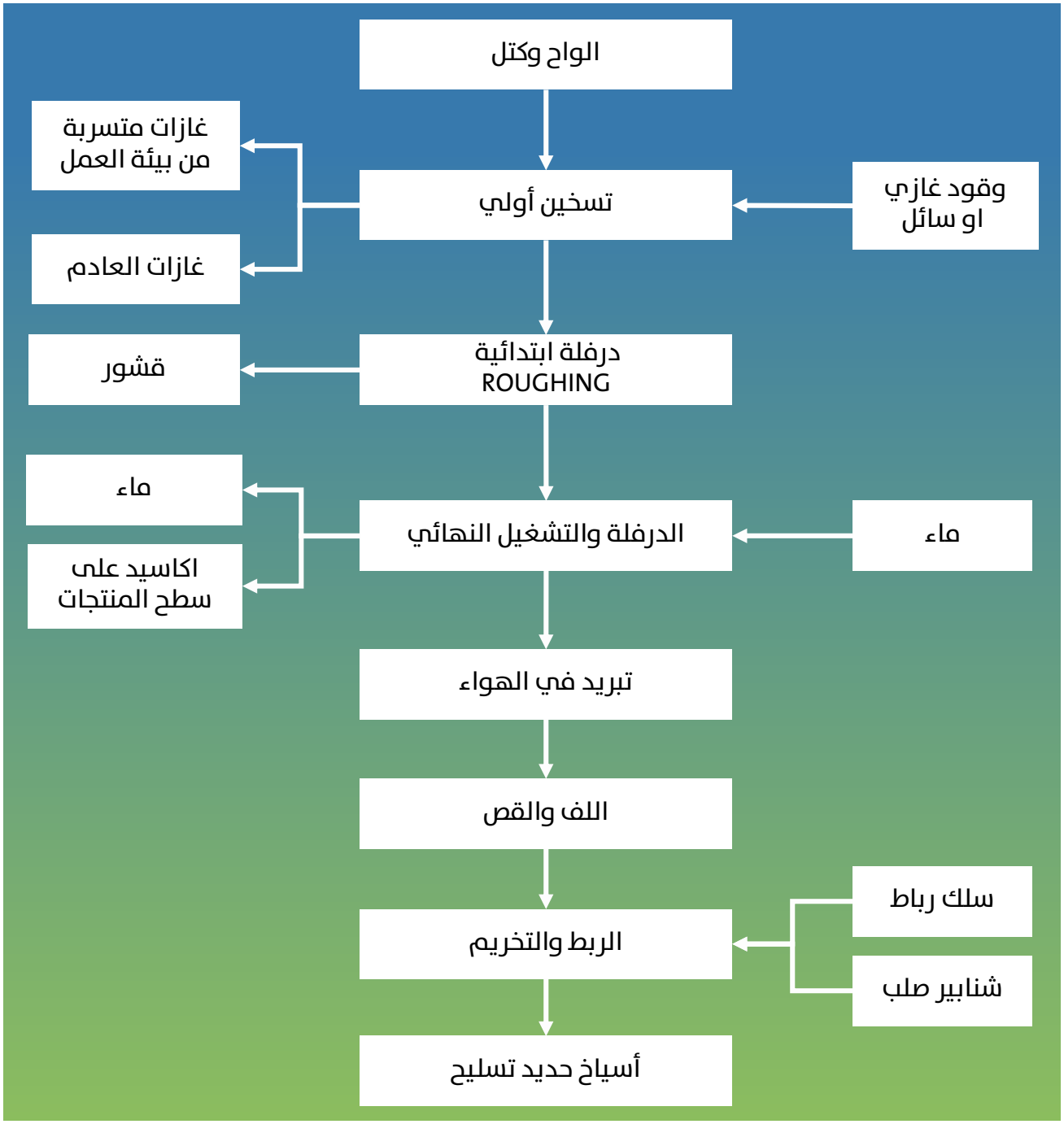
- ❑ **درفلة أسياخ الحديد (حديد التسليح)** :ويتم ذلك عن طريق تمرير البليت (المنتج الوسيط الذي ينتج من مصنع الصلب عن طريق عملية الصب المستمر) عبر مجموعة من الدرافيل التي تقوم بتحويل شكله من مقطع مربع (13 × 13 سم) إلى مقطع دائري بأقطار مختلفة من (10 - 40 مم).
- ❑ **درفلة الأسلاك :**وهي مشابهة لدرفلة الأسياخ ولكن يتم لف المنتج في صورة لفائف بدلا من تقطيعه في صورة أسياخ.
- ❑ **درفلة القطاعات** :ويتم عن طريقها إنتاج قطاعات الصلب التي تستخدم في المنشآت المعدنية.
- ❑ **درفلة مسطحات الصلب**: ويتم عن طريقها إنتاج لفائف الصلب (الصاج) الذي يستخدم في أغراض متعددة مثل هياكل السيارات والأجهزة المنزلية وأسطوانات الغاز وغيرها.

والشكل (1-12) يوضح مخطط لعمليات الدرفلة على الساخن

في نهاية عملية الدرفلة نجد الأشكال المدرفلة عبارة عن:

- ❑ الشكل المربع(bloom)
- ❑ شكل المربع (billet) ولكن بحجم أصغر من النوع (bloom)
- ❑ شكل المستطيل (slab)
- ❑ شكل مدور (rod)

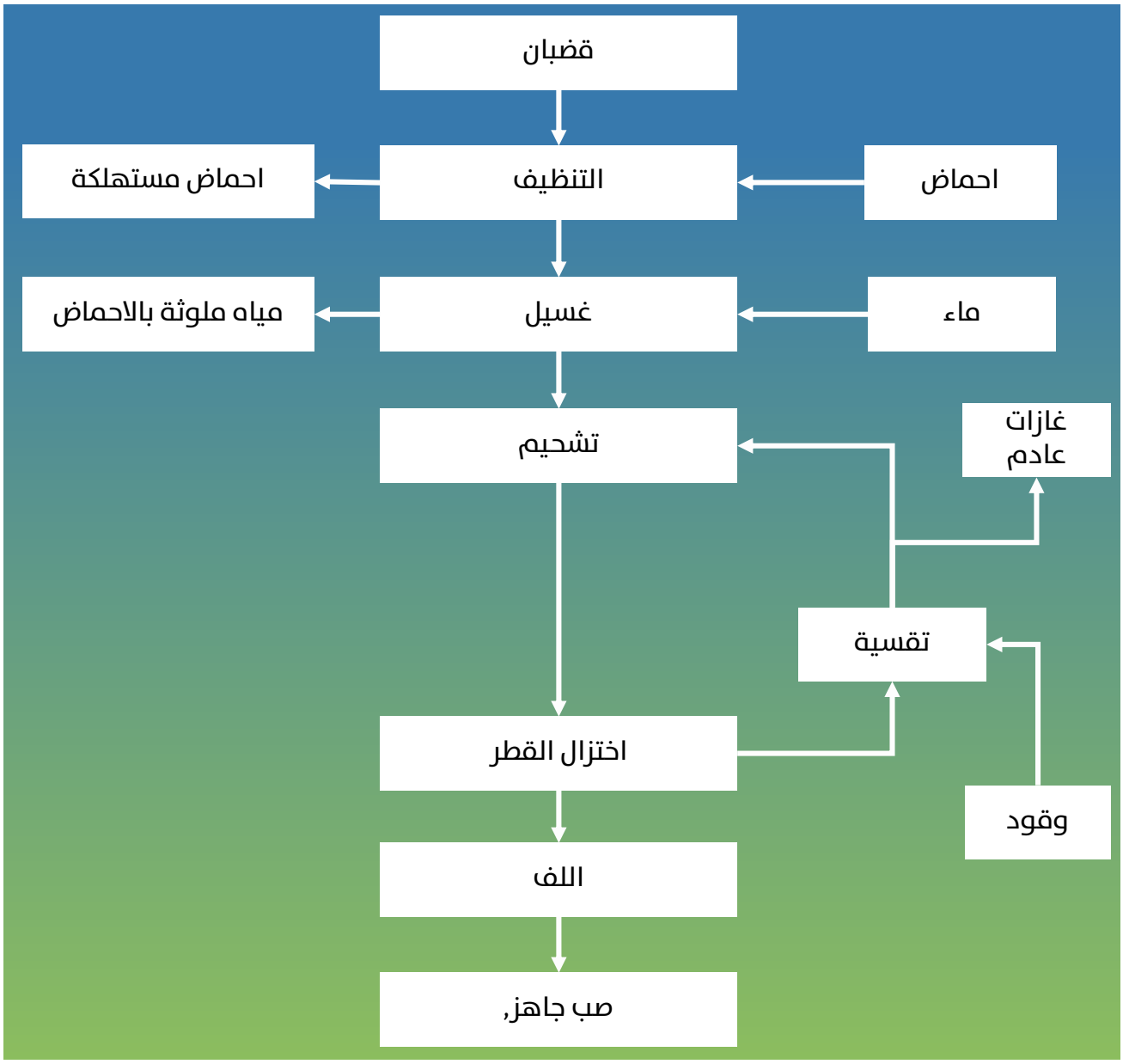




الشكل (1-12) مخطط لعمليات الدرفلة على الساخن

❖ السحب والبثق

يوضح الشكل (1-13) مخطط عملية السحب والبثق للمعادن و تنتج هذه العمليات مقاطع مستديرة ومربعة ومستطيلة وأشكال مختلفة ويستخدم عادة السحب على البارد ولإنتاج أنابيب فى أبعادها.

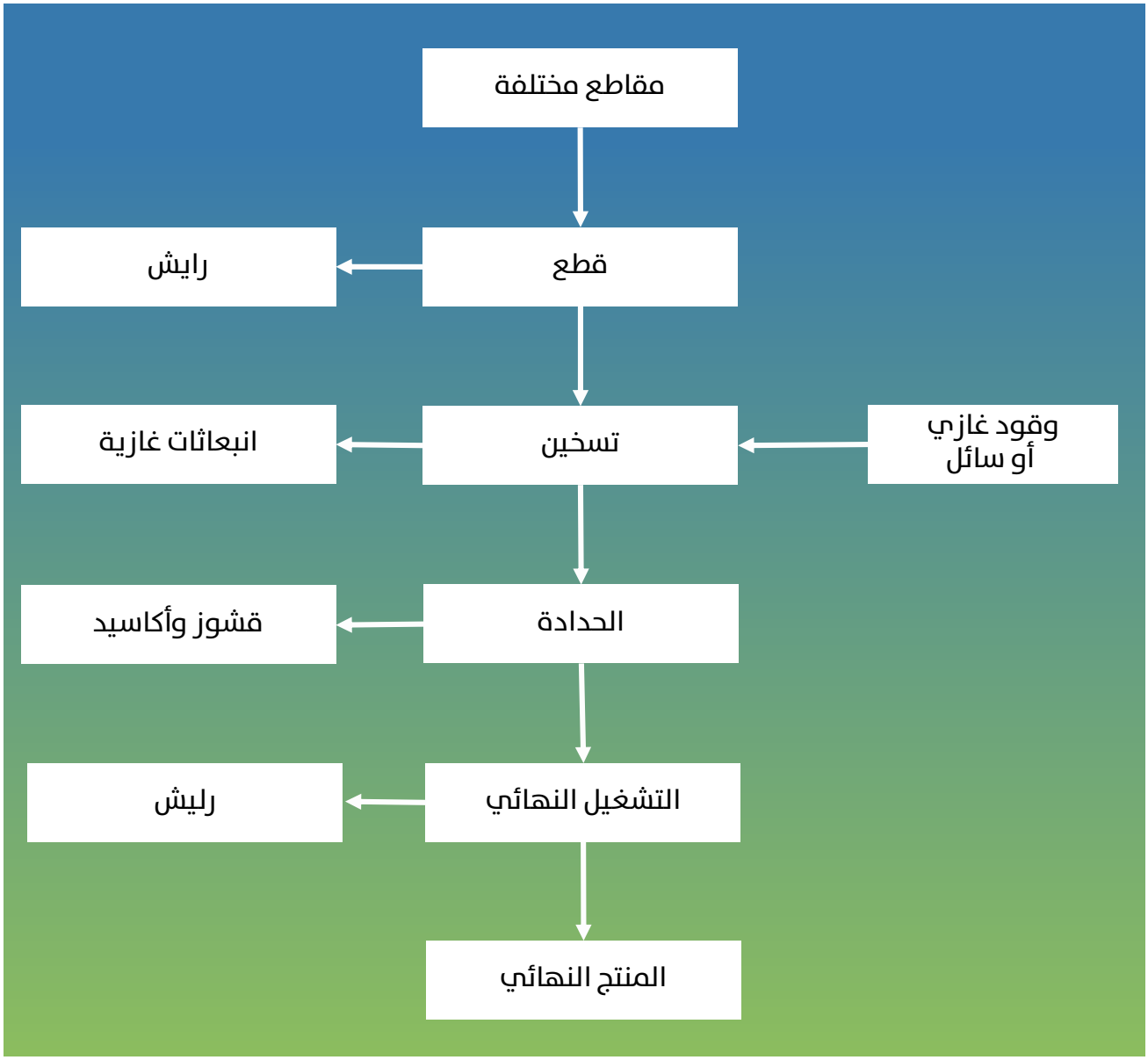


الشكل (1-13) مخطط لعمليتى السحب والبثق

❖ الحدادة

يوضح الشكل (1-14) مخطط لعملية الحدادة هي تشكيل المعدن (غالبا على الساخن)عن طريق الطرق المتتابع أو الكبس إلي كتلة متدفقة .

وعملية الحدادة يمكن أن تشكل المعدن عن طريق ضغط مقطعه أو جعله أطول عن طريق الكبس بالصدم ويمكن أن تتم فى اسطمبات مفتوحة أو مغلقة.



الشكل (1-14) مخطط لعملية الحدادة

2. مصادر التلوث في مصانع الحديد والصلب

1.2 تلوث الهواء

❖ فرن القوس الكهربي

الإنبعاثات الغازية لفرن القوس الكهربي تنتج عن : الشحن،الصهر ، نزع سدادة الفرن للتفريغ(tapping) يجب تصريف الأبخرة الناتجة من الشرارة والصهر والتي تكونت في شكل كتلة حارةصاعدة(rising plume) خارج نطاق الصهر.

وأنظمة التفريغ قادرة علي الاستخلاص اللحظي لتلك الإنبعاثات كما يعمل سقوط الشحنة وحركة الروافع علي تبديدها . ويزداد معدل التدفق الحجمي ومستوي الإنبعاث في سحابة عيش الغراب إذا استخدمت إضافات مثل الفحم والحجر الجيري . ويلخص الجدول (2-1) أهم الإنبعاثات الناتجةمن فرن القوس الكهربي

جدول (2-1) الإنبعاثات الناتجة من فرن القوس الكهربي

الإنبعاثات	كجم لكل طن حديد ناتج
اول أكسيد الكربون (CO)	19-0.5
اكاسيد النيتروجين (NOx)	0.3-0.02
مواد عضوية طيارة (VOC)	0.15-0.03
رصاص (Pb)	0.05-0.005
الجسيمات (PM)	0.3

❖ فرن التسخين

يتم استخدام فرن التسخين لإعادة تسخين المعادن المختلفة لإعدادها لعملية التشكيل الساخنة حيث يوظف الفرن لتسخين المعدن لدرجة حرارة مناسبة قبل التشكيل على الساخن وتشمل الخامات المستخدمة الأنواع المختلفة من القطاعات و تتكون الإنبعاثات الرئيسيةمن (CO, NOx,co2,So2) بالإضافة إلي الجسيمات العالقة وكل هذا يعتمد علي نوع الوقود المستخدم و ظروف الإحتراق.

❖ فرن الدست و فرن البوتقة

تختلف كمية وتركيبات الإنبعاثات الناتجة من هذا النوع من الأفران، وأحيانا تختلف بتغير الزمن بالنسبة للفرن الواحد . ويرجع السبب فى ذلك إلى التغير فى نسبة الحديد الكوك، نسبة الهواء الداخل لكل طن مصهور، سرعة سحب المدخنة وكذلك نوعية الخردة التى يتم صهرها. وعند شحن الخردة الملوثة بالزيت فإن الإنبعاثات الناتجة تكون كبيرة فى. وقد أظهر بحث أجرته جمعية المسابك الأمريكية على أفران الدست أن الإنبعاثات الناتجة فى حالة ضعف التحكم (5.8-7.6)كجم جسيمات لكل طن مصهور بالإضافة إلى احتواء الانبعاثات على نسبة كبيرة (حوالى 85 %) من الجسيمات ذات حجم جزيئى أكبر من 10ميكرون.

وتحتوى الإنبعاثات الناتجة من هذه الأفران على مركبات مختلفة منها أكاسيد الحديد،المغنسيوم، المنجنيز، الزنك، الكالسيوم بالإضافة إلى عنصرى الرصاص والكادميوم .كما ينبعث أيضا غازات أخرى ومركبات عضوية مصاحبة لعملية الإنصهار وتتضمن أكاسيد الكربون والكبريت بالإضافة إلى الرصاص والمواد العضوية، ويتوقف ذلك على كمية الزيوت والشحوم العالقة بالخردة الداخلة فى الإنتاج . وتؤثر إنبعاثات أكاسيد الكبريت بصورة كبيرة على تآكل معدات التحكم فى تلوث الهواء . وحين يضاف الفلسبار للمواد الداخلة فإن هذا يؤدى إلى إنبعاث الفلور مع الإنبعاثات الغازية مما يسبب مشكلات تآكل معدات تجميع الأتربة. ويؤثر أيضا على الأكياس الزجاجية للمعدات حيث يذيبها. كذلك يؤثر حمض الكربونيك (المتكون بتفاعل ثانى أكسيد الكربون مع بخار الماء) مسببا مشكلات التآكل . ويوضح الجدول (2-2) معدلات الإنبعاثات الناتجة لكل طن من المصهور.

جدول (2-2) الإنبعاثات الناتجة لكل طن من المصهور

الانبعاثات	المعدلات (كجم/طن)
اول أكسيد الكربون	7
ثاني أكسيد الكبريت	0.6
الرصاص	0.06-0.05
الجسيمات	6.9

❖ السباكة المستمرة

تعد إنبعاثات معالجة البوتقة ضئيلة جدا وفي بعض الأحيان يغطي الصلب المصهور بغطاء من مادة خاملة مثل كوة الأرز (rice hull) وذلك لتوفير نوع من العزل الحراري .

و بالإضافة إلي ذلك فإن بعض المسابك الحديثة تستخدم غطاءات من مواد مقاومة للحرارة كما أن تيار الصلب المصهور المنصب من قاع البوتقة يكاد لا تنبعث عنه أي إنبعاثات خصوصا عندما يتم الصب بإستخدام انبوبة سيراميكية مغمورة.

وكما بالجدول (2-3) تنبعث بعض الغازات عن القالب خلال عملية الصب ويرجع هذا للحبيبات المتطايرة من مادة القالب وزيوت التشحيم المستخدمة في القالب.

كما يلاحظ أن بعض الإنبعاثات تنتج من القوالب وترجع عادة هذه الإنبعاثات إلي مساحيق القوالب وزيوت التشح يم وأغلب هذه الإنبعاثات بيضاء زرقاء ضبابية متولدة من إحتراق وتبخر الزيوت والمساحيق المستخدمة في القوالب.

❖ الدرفلة والسحب والبثق والحدادة

خلال عمليات التشكيل الحديثة يدخل المعدن إلي خط الإنتاج ويمرر خلال خطوات التشغيل الرئيسية ويعطي الجدول (2-4) مثالا لهذه العمليات . و يلخص الجدول التقديرات للانبعاثات التي لا يمكن التحكم فيها والانبعاثات المحسوبة التي يمكن التحكم فيها ، أنواع التحكم في الملوثات الهوائية والطرق التي يتم بها التحكم كما يعرض كفاءة التحكم المتوقعة .

وتنبعث أكاسيد النيتروجين عن الاحتراق في أ فران التسخين أو أفران التخمير أو الغلايات. وتعد الوسائل الأساسية للتحكم في انبعاث أكاسيد النيتروجين من خلال التعديل في عملية الإحتراق أو اختزالها بتفاعل حفزي انتقائي .

وتسمي أكاسيد النيتروجين الناتجة عن الاحتراق عادة أكاسيد حرارية، والطريقة العامة التي يتم التحكم عن طريقها في أكاسيد النيتروجين الحرارية هي الحفاظ علي احتراق الغاز الطبيعي عند درجات حرارة اقل من 1400 درجة مئوية

الجدول (2-3) الانبعاثات الناتجة عن الدرفلة المستمرة و التحكم في الملوثات الناتجة

الغرض من العملية	الانبعاثات	الانبعاثات الغير متحكم فيها مجم/م3	تكنولوجيا التحكم	الانبعاثات المحسوبة	نسبة التحكم %
تسطيح الصلب	مواد حبيبية دقيقة	1000	فلاتر نسيجية	10	99
توصيل اللفات	مواد حبيبة دقيقة	300	فلاتر نسيجية	3.6	99
إزالة الأكسدة	مواد حبيبة دقيقة	1000	فلاتر نسيجية	10	99
تنظيف السطوح	بخار هيدروكلوريك	3250	برج معبأ بمعدم الأغشية يعمل بمبدأ التيار المعاكس	6.5	99
تقليل سمك الألواح	رذاذ تبريد الدرافيل (ماء وزيت)	100	عوارض الاصطدام لإقصاء الأغشية	20	80
إزالة الزيوت من الالواح	أغشية قلوية	100	مغسلة الهواء الأفقي	5	95
إزالة الأكاسيد الخفيفة	بخار هيدروكلوريك	140	أبراج الغسيل بالغاز	1.7	99
استخدام طبقة واقية من	ايروسولات زيتية	13	مصفاة الأغشية	1.3	90

الجدول (2-4) الملوثات المرتبطة بالصناعات المعدنية الثانوية و مصادرها

الملوثات	الخصائص الرئيسية	المصادر الرئيسية
اول اكسيد الكربون	غاز لا رائحة له ولا لون وذو شراهة للاتحاد بالهيموجلوبين في الدم	الاحتراق الغير كامل للوقود والمواد الكربونية
الهيدروكربونات	مركبات عضوية فى الحالة الغازية أو على هيئة جسيمات مثل الميثان والايثيلين والاستيلين وتدخل في تفاعلات كيميائية،	الاحتراق الغير كامل للوقود والمواد الكربونية الأخرى
الرصاص	عنصر كيميائي ثقيل لدن رمادي غالبا يتواجد على هيئة أكسيد رصاص معلق في الهواء أو كغبار	التواجد في السبائك غير الحديدية المصهورة، صناعة بطاريات السيارات واستخدام الرصاص في الوقود لمنع الصفع
أكاسيد النيتروجين	خليط من الغازات يتراوح من عديم اللون إلى بنى محمر	محطات الطاقة والتفاعلات الجوية
ثانى اكسيد الكبريت	غاز لا لون ذو رائحة حارقة يتأكسد ليكون ثالث أكسيدالكبريت وحامض الكبريتيك مع الماء	احتراق الوقود الحفرى المحتوى على صهر الخامات المحتوية على الكبريت

2.2 المخلفات السائلة

يعد الماء المستخدم للتبريد هو المصدر الرئيسي للمخلفات السائلة الناتجة عن الفرن بالإضافة إلي الزيوت وموائع التشحيم المستخدمة بكميات كبيرة في عمليات الدرفلة . كما قد تستخدم بعض المواد الكيماوية السائلة في عمليات السباكة التقليدية لتنظيف المسبوكات ولكنها تشكل كميات لا يعتد بها من الملوثات . ويوضح الجدول (2-5) علي مؤشرات مياه الصرف الصناعى الناتجة عن الصناعات المعدنية الثانوية وخصائص هذه المؤشرات.

جدول (2-5) المؤشرات الملوثة لمياه الصرف الصناعى للصناعات المعدنية وخصائصها

المؤشر	الخصائص الرئيسية	المصدر الرئيسي
مستوى الأكسجين المذاب	الأكسجين المذاب مهم جدا لاستمرار الحياة في البيئات المائية، المواد العضوية المذابة تقلل نسبة الأكسجين عن طريق التفاعلات المستهلكة للأكسجين و تقاس كمية المواد العضوية المذابة في المخلفات إما بالطلب الحيوي الكيميائي على الأكسجين أو الطلب الإجمالي على الأكسجين.هذه المقاييس تحسب كمية الأكسجين التي سوف يستهلكها كم معين من المخلفات في المسطحات المائية.	الصناعات المعدنية المختلفة
اجمالي المواد الصلبة المذابة (TDS)	اجمالي المواد الصلبة المذابة هو مقياس اجمالي المواد الغير عضوية المذابة و الأملاح الغير عضوية المذابة في الماء.	تتواجد في أنواع متعددة الصرف الصناعي، ولكن تتوافر بصور ة ملحوظة في تصنيع الصلب والحديد والألومونيوم، غسيل المواد الخام
المواد الصلبة العالقة (TSS)	تشمل الأتربة و الجسيمات الصلبة الأخرى	العمليات الصناعية مثل تصنيع الحديد والألومونيوم وسباكتهما
مواد التغذية (الفوسفور و النيتروجين)	جوهري للحياة المائية بنسب صغيرة	غسيل بعض المواد الخام ، تحبيب الخبث الناتج
اللون و التعكير	تنتج مركبات مثل اللينين و التانين	بعض عمليات التبريد ، غسيل المواد الخام
الزيوت و الشحوم	عادة ما تتحلل بيولوجيا	العمليات المعدنية و خصوصا إنتاج الصلب و الألومونيوم
الأس الهيدروجيني	مقياس للقاعدية و الحامضية في المجاري المائية	مياه الصرف الناتجة عن كل الصناعات المعدنية (التي تسبب تغييرا ملحوظا في الأس الهيدروجيني)

3.2 المخلفات الصلبة

المخلفات الصلبة الرئيسية الناتجة عن فرن القوس الكهربي هي الخبث و الأكاسيد وفي السباكة المستمرة أدلة ورؤوس الكتل /التماسيح المنتجة والأكاسيد المتكونة من عملية الدرفلة. وفي السباكة التقليدية (متضمنة صناعة القوالب) فإن المخلفات الصلبة الأساسية تتكون من الرمال المحروقة كما أنه خلال عملية القولبة من المتوقع الحصول علي مركبات هيدروكربونية محترقة (المستخدمة كمواد رابطة لتصليد القالب و نزع الغاز وبعض الإضافات لإمتزاز الغازات الناتجة خلال عملية الصب).

4.2 الوحدات الخدمية ومصادر التلوث المرتبطة بها

❖ الغلايات ووحدات توليد الكهرباء

قد يوجد بالمنشآت المتوسطة والكبيرة للصناعات المعدنية محطات خاصة بتوليد الكهرباء ذاتيا لاستخدامها فى حالات الطوارىء أو استخدامها بالإضافة إلى الكهرباء العمومية المستهلكة . وفى هذه الحالة يلزم وجود الغلايات لتوليد البخار الذى يستخدم بدوره فى توليد الطاقة الكهربية

وتقوم محطات الطاقة التقليدية بتوليد الكهرباء عبر مراحل متتالية من تحويل الطاقة . فيتم حرق الوقود لتحويل الماء داخل الغلايات إلى بخار تحت ضغط عال يستخدم في إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء. تحتوى العوادم الناتجة عن احتراق الوقود (سواء المازوت أو السولار) على جسيمات أولية (بما فيها المعادن الثقيلة إذا تواجدت بتركيزات مرتفعة في الوقود)، أكاسيد الكبريت و النتروجين وبعض المواد العضوية الطيار ة.

ويعتمد تركيز الملوثات في العادم على تصميم نظام الاحتراق (تصميم الفونية، ارتفاع المدخنة) و على إجراءات التشغيل ومكونات الو قود. إن استخدام الغاز الطبيعي في عملية الإحتراق لا ينتج عنه تلوثًا ملحوظًا سواء بالنسبة للجسيمات العالقة أو الإنبعاثات الغازية. ويمثل تفوير الغلاية مصدرًا رئيسيًا لتلوث الصرف السائل، والهدف منه هو إبقاء تركيز الأملاح الذائبة عند الحد الذي يمنع ترسيبها بالتالي يمنع التكلس .

و تحتوي مياه التفوير على نسبة عالية من المواد الصلبة الذائبة . كما تستخدم كميات كبيرة من المياه لتبريد التوربينات بمحطات الكهرباء و تشكل مياه التبريد المستخدمة و البخار المكثف أهم مصادر تلوث الصرف السائل . وتعتمد كمية مياه الصرف على أسلوب التبريد المتبع إما في دائرة مغلقة أو في دائرة مفتوحة، كما تتغير تلك الكمية في حالة إعادة استخدام البخار المكثف . و يتسبب تصريف زيوت التشحيم المستهلكة على شبكة الصرف و كذلك تسرب الوقود في تلوث مياه الصرف. وقد ترتفع درجات الحرارة في بيئة العمل في حالة عدم وجود عزل حراري محكم لجسم الغلاية و مواسير البخار.

❖ وحدات معالجة المياه

تتنوع طرق معالجة المياه المستخدمة في الصناعة وفقًا لمعيارين : مصدر المياه (شبكة المياه العمومية ، الترع، الآبار) ومجال استخدامها .

- **معالجة المياه متوسطة العسر :** تعتمد عملية معالجة المياه في الميسرات على وجود الراتنجات التي تقوم بعملية التبادل الكاتيوني حيث يتم إحلال أيونات الصوديوم محل أيونات الكالسيوم و الماغنسيوم. و عند استنفاذ قدرة الراتنج الاستيعابية، يتم إخراجه من التشغيل و غسله غسلا عكسيًا بمحلول كلوريد الصوديوم عند أس هيدروجيني (6-8) pH ويشطف للتخلص من أي زيادة في الملح ثم يعاد مرة أخرى لوحدة معالجة المياه.
- **معالجة المياه شديدة العسر** :بسبب ارتفاع نسبة أملاح البيكربونات تعامل المياه أولا بالجير الذي يعمل على ترسيب كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم . و تصل درجة عسر المياه الناتجة إلى 35 جزء في المليون من الكالسيوم إذا ما أتيحت فرصة كافية للترسيب.

ولتحفيز ترسيب هيدروكسيد الماغنسيوم تضاف الشبة (كبريتات الألومونيوم) أو كبريتات الحديديك إلى المياه، و يضاف أحيانًا هيبوكلوريت الكالسيوم.

و في الطرق الحديثة لمعالجة عسر المياه تحل المواد العضوية متعددة الالكتروليتات محل المواد غير العضوية المساعدة على الترسيب . وينتج عن هذه العملية ترسب للحمأة التي يتم التخلص منها في الأماكن المخصصة لذلك، بينما تمرر المياه على فلاتر رملية ثم على فلتر من الكربون المنشط للتخلص من المواد المتسببة في الروائح و الطعم . و لإزالة أية آثار متبقية تستخدم مرشحات فائقة الدقة .

- **التناضح العكسي**

يتم التخلص من الأملاح المعدنية عن طريق ضغط المياه عبر أغشية نصف نفاذه لفصل وترسيب الأملاح والشوائب.

- **أبراج التبريد**

تستهلك منشآت الصناعات المعدنية الثانوية كميات ملحوظة من المياه في عمليات التبريد للأفران ومعدات التشكيل . و أثناء تلك العمليات ترتفع درجة حرارة المياه، ولا يمكن استخدامها إلا بعد إعادة تبريدها في أبراج التبريد . لذلك فإن هذه الأبراج تعتبر وسيلة فعالة للحد من استهلاك المياه عن طريق تدويرها . و حيث أن عملية التبريد تعتمد على التبخر الجزئي للمياه الذي يؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح الذائبة فإن التحكم في تركيز هذه الأملاح يتم عن طريق تفوير البرج . و تحتوي مياه التفوير على نسبة عالية من المواد الصلبة الذائبة أما المياه التي تفقد أثناء دورة التبريد فيتم تعويضها بمياه تعويضية (make-up water) .

- **المعامل**

يقوم المعمل بالعديد من الاختبارات والمهام الآتية:

- فحص الكيماويات ومياه الصرف ... الخ.
- إجراء التحاليل الخاصة بالتحكم في الجودة و مقارنة النتائج بالمواصفات القياسية بالنسبة لكل من المواد الخام والمنتجات .
- قياس الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للمنتجات.

وتستخدم في المعامل مواد كيميائية بعضها ضمن قائمة المواد الخطرة و ينبغي مراجعة تداول هذه المواد وتخزينها وفقًا لشروط و معايير الالتزام البيئي .

- **الورش و الجراج**

تعتبر الورش وحدة خدمية هامة فى هذه الصناعة، وتنقسم إلى ورش ميكانيكية وكهربية. وتعتبر الورش مسئولة عن أعمال الصيانة وتتمثل المخالفات البيئية فيمايلي:

- الضوضاء .
- مياه الغسل الملوثة بزيوت التشحيم
- زيوت التشحيم المستهلكة.

تتوقف طبيعة التلوث في الجراج على نوعية الخدمة التي يقدمها.

إمداد السيارات بالوقو د يعنى وجود خزانات وقود سواء فوق الأرض أو تحتها تستلزم

فحص خطط الانسكاب والتسرب.

• تغيير زيوت التشحيم يستلزم مراجعة كيفية التخلص من الزيوت المستهلكة سواء عن طريق بيعها إلى محطات التدوير أو تمريرها إلى شبكة الصرف.

❖ **المخازن**

تتوقف مواصفات المخازن على نوعية المواد المخزنة.

- تنص القوانين البيئية على نظام خاص لتداول وتخزين المواد الكيميائية الخطرة المستعملة بالمنشأة.
- يخزن الوقود المستخدم بالمنشأة في خزانات وقود فوق الأرض أو تحتها وعادة ما يستخدم المازوت أو السولار أو الغاز الطبيعي أو الجازولين و يتطلب حفظ الوقود خطط مناسبة لمنع الانسكاب والتسرب.

3. مفهوم الانتاج الانظف

1.3 مفهوم الانتاج الانظف

عرف برنامج الأمم المتحدة للبيئة الإنتاج الأنظف بأن التطبيق المستمر لاستراتيجية بيئية وقائية متكاملة على المنتجات والعمليات الإنتاجية والخدمات لزيادة الكفاءة الاقتصادية وتقليل المخاطر على الإنسان والبيئة ، أي أنه التطبيق المستمر لإستراتيجية متكاملة لوقاية البيئة، تشمل على زيادة الكفاءة في إنجاز العمليات التي توفر المنتجات والخدمات (زيادة الفعالية الاقتصادية)، بهدف الحد من المخاطر التي يتعرض لها الإنسان والبيئة.

وعرف أيضا الإنتاج الأنظف بأنه التطوير المستمر في العمليات الصناعية والمنتجات والخدمات بهدف تقليل إستهلاك المواد الطبيعية ومنع تلوث الهواء والماء والتربة وخفض كمية المخلفات المتولدة وذلك لتقليل المخاطر التي تتعرض لها البشرية والبيئة"وفى هذا الإطار يمكن طرح مفهوم شامل للإنتاج الأنظف، وهو أن " الإنتاج الأنظف هو استراتيجية مستمرة ومتكاملة لتجنب الآثار السلبية لعملية الإنتاج وما يُرتبط بها من عمليات أخرى على البيئة وعلى الصحة".

وتشمل هذه الإستراتيجية إجراءات ومبادرات فى مجالات التكنولوجيا فى المنظمات الصناعية وخارجها مثل تدريب العاملين على مفاهيم الإنتاج الأنظف ووضع خطة شاملة لتطبيق الإنتاج الأنظف والقيام بعمليات الرصد الذاتى والمراجعة البيئية والقيام بدراسات تقييم حياة المنتج Life Cycle Assessment (LCA) ثم القيام بتنفيذ نتائج هذه العمليات.

2.3 فوائد تطبيقات الانتاج الانظف

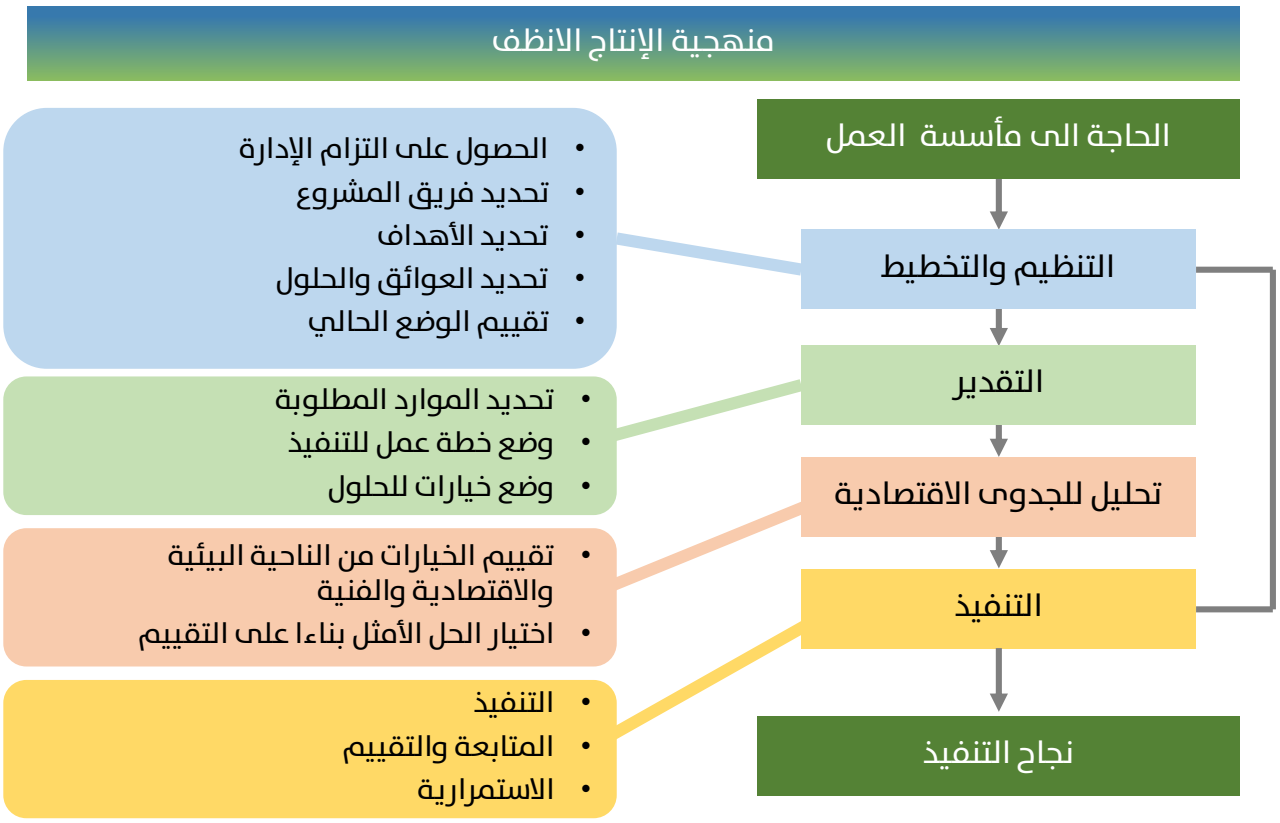
- زيادة الربحية.
- يقلل من تكاليف الإنتاج.
- يعزز الإنتاجية.
- يوفر عائد سريع على راس المال أو الاستثمارات التشغيلية .
- يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام الطاقة والموارد المائية والمواد الخام.
- تحسين جودة المنتج.
- يزيد من تحفيز الموظفين.
- يقلل من المخاطر على المستهلك.
- يقلل من خطر الحوادث البيئية.

3.3 مبادئ الانتاج الانظف

- المحافظة على المواد الأولية والطاقة والماء من خلال تحسين كفاءة التصنيع.
- اجتناب إنتاج نفايات في كل مرحلة من عملية التصنيع أو الخدمة.
- الإستعاضة عن المواد السامة والخطرة بمواد بديلة.
- خفض مستوى السُمِيَّة في جميع الإنبعاثات والتصريفات في مواقع الإنتاج.
- إعادة تدوير واستعمال واسترداد المنتجات الثانوية والمخلفات إلى أقصى حد ممكن من أجل تحويل النفايات الى أرباح.
- خفض تأثيرات المنتجات على البيئة والصحة والسلامة طوال دورات حياتها.

4.3 منهجية الانتاج الانظف

تستند منهجية الانتاج الانظف على عدة عموامل لضمان نجاح التنفيذ وحسب ما هو موضح في الشكل (3-1)



الشكل (3-1) منهجية الانتاج الانظف

5.3 تطبيق الانتاج الانظف

تطبيق منهجية الانتاج الانظف يقلل توليد الملوثات في كل مرحلة من مراحل عملية الإنتاج ،الإنتاج الأنظف يمكن أن يتحقق من خلال:

- ممارسات التشغيل الجيدة.
- تعديل عمليات التصنيع بالغاء العمليات التي تنتج مواد ضارة بالصحة أو البيئة.
- تغييرات في التكنولوجيا المستخدمة.
- استبدال المواد الخام بمواد أخرى أقل ضررًا.
- إعادة تصميم و / أو إعادة صياغة المنتج.

6.3 تقنيات لتطبيقات الانتاج الانظف في صناعة الحديد والصلب

باعتبارمادة الحديد مادة رئيسية محورية للاقتصاد الحديث، والسلعة الأكثر تداولا بعد النفط، ربما التحدي الأكبر هو تقديم ما يسمى صلبا أخضر بسعر تنافسي.

- **الصلب الأخضر :** يمكن تعريف الصلب الأخضر بأنه الصلب المنتج بأقل بصمة كربونية ممكنة عن طريق الطاقة الشمسية أو الهيدروجين أو التقنيات أخرى مبتكرة والتي ستختلف من منتج لآخر وستستمر في التطور بمرور الوقت.

هناك طريقتان لخفض بصمة الكربون:

- **تتجنب ثاني أكسيد الكربون في إنتاج الصلب** :بمعنى أن تحاول استخدام خردة سابقة أو تستخدم شيئا غير الكربون كعامل اختزال.

- **الصهر بأفران إيفس EAFs**: كبديل ثابت لأفران الصهر هو أفران القوس الكهربائية المعروفة بـإيفس EAFsالتي تصهر الخردة بدلا من استخدام المواد الخام. أفران القوس الكهربائية أصغر وأقل تكلفة، ولأنها لا تستهلك فحم الكوك فإنها تضخ كميات ثاني أكسيد كربون أقل من أفران الصهر. وهي تمثل الآن نحو ربع إنتاج الصُلب العالمي.

1.6.3 تقنيات التحكم بجودة الهواء

❖ **التحكم بانبعاثات المداخن:** ويتم التحكم بها عن طريق تقنيات مثل:

❑ **عملية الإغناء** beneficiation:عملية إزالة الملوثالت والشوائب المحتمل وجودها في المنتج الخام قبل متابعة عملية التصنيع مما يساعد في تقديم منتج ذو نوعية عالية بالتالي تحسين القيمة الاقتصادية لعملية الإنتاج ككل.

❑ **عملية التحكم بالاحتراق** عن طريق الحساسات .....الخ

❑ **تقنيات تخفيض التلوث** labatement technologies: الفلتر الكيسي bag filter،المرسبات الإلكتروستاتيكية ESPs،أنظمة الكشط الرطب wet scrubbing systems،أجهزة امتزاز الكربون المنشّط ،السيكلونات cyclones،مزيلات الضباب misteleminators

❑ **الفحوصات الدورية للمصنع**

❑ **نمذجة المصدر وأنظمة الصيانة الموجهة**

❑ **التحكم في الانبعاثات المنتشرة diffuse emissions:** ينشأ هذا النوع من الانبعاثات من عمليات معالجة المواد وتخزينها ونقلها ويتم التحكم بها عن طريق: تقليل أحجام المواد المخزنة, تصميم مواد التخزين بشكل مناسب, رش مكان التخزين والطرقات المحيطة بالماء watering،استخدام موانع التسرب السطحية surface sealants.

2.6.3 حبس الكربون وتخزينه Carbon capture and storage

وهي عبارة عن مجموعة من التقنيات التي تقوم بحبس ثنائي أكسيد الكربون الناتج عن عملية إنتاج الحديد والصلب CO_2ومن ثم نقله وتخزينه في موقع خاص وإبقائها بعيداً عن الغلاف الجوي.

يعتبر فرن الصهر أكبر مصدر لثنائي أكسيد الكربون ومع ذلك لم تطبق تقنية CCSحتى الآن في الأفران ولكن يمكن أن توفر مصانع الاختزال المباشر DRIمسار أسهل بدمج بعض المصانع لعملية فصل CO_2مع تصاميم المصنع الأساسية وبالتالي يمكنها التعامل وإرسال تيار CO_2مركّز أثناء التشغيل الطبيعي و في هذه الحالة لانحتاج إلى تقنيات حبس كربون أخرى كما في حالة مصنع HISARNA ألمانيا.

تعتبر وحدة DRI (direct reduction iron)في إمارة أبو ظبي المنشأة الوحيدة العاملة حالياً في قطاع الحديد والصلب وهي قادرة على حبس 80 Ktمن CO_2كل سنة ومن ثم ضغطها و تجفيفها ونقلها عبر 50 kmمن الأنابيب ليتم حقنها في حقل نفط قرب الشاطئ لتساعد في عملية استرجاع النفط المعززة EOR (enhanced oil recovery)

هناك دراسات حديثة على عملية حبس الكربون من أفران الصهر كما في مشروع COURSE50اليابانيROGESA,SAARSTAHL ألمانيا و stepwiseالسويدي بالاضافة إلى إدراة حاسوبية من قبل ومشروع ARCELORMITTALلتصميم نظام حبس كربون قادر على احتجاز 50 إلى 70% من انبعاثات CO2في فرن صهر غازي.

3.6.3 التحليل الكهربائي Electrolysis

وهو عبارة عن تقنية تستخدم التيار الكهربائي المستمر لفصل بعض المركبات الكيميائية لعناصرها الأساسية, وهنا يطبق التيار الكهربائي بين مصعد Anode ومهبط cathode وكلاهما مغمورات في محلول كيميائي.

يعطي التحليل الكهربائي للماء الهيدروجين والأوكسجين بينما في حالة أكسيد الألمينيوم AL2O3 الألمينيوم والأكسجين.

في عملية إنتاج الصلب: هناك طريقتان لفصل الحديد المعدني عن الأكسجين المرتبط به عن طريق استخدام مواد الاختزال كالهيدروجين والكربون أو عن طريق استخدام العمليات الإلكتروكيميائية أي اختزال خام الحديد الخام عن طريق الطاقة الكهربائية.

يتم حل الحديد في محلول ثنائي أكسيد السيليكون وأوكسيد الكالسيوم عنددرجة حرارة 1600 مئوية ويمر التيار الكهربائي عبره لتنتقل أيونات الأكسجين المشحونة سلباً إلى المصعد و تنتقل أيونات الحديد الموجبة إلى المهبط السالب حيث يتم اختزالها إلى عنصر الحديد.

4.6.3 الاختزال المباشر للحديد على أساس هيدروجيني Hydrogen based reduction

للهيدروجين دور في عملية الاختزال باستخدام الغاز الطبيعي وذلك باندماجه مع الكربون و هنا تكون انبعاثات الغاز الدفيئة أقل من تلك الناتجة في فرن الصهر ،حاليا يوجد أكبر جهاز تحليل كهربائي في العالم في اليابان قادر على إنتاج 1200 مترمكعب من الهيدروجين بالساعة وهناك خطط لإنشاء أجهزة أخرى و من المرجح أن تجد صناعة الصلب قريبا طرقا لاستخدام الهيدروجين حيث توجد العديد من الأبحاث ومن الممكن أن تكون جاهزة عام 2030.

كما أن الأبحاث مستمرعن كيفية اختزال بلازما الهيدروجين في صناعة الصلب . كما يمكن استخدام الهيدروجين في العمليات الثانوية المساعدة كإعادة تسخين فرن الصهر وذلك بدلاً من الغاز الطبيعي.

5.6.3 البقايا أو الخردة scrap

مصطلح يصف الفولاذ عند وصوله إلى نهاية عمره الافتراضي المفيد (الخردة مابعد الاستهلاك) أو عندما يتم إنتاجه أثناء عملية التصنيع قبل الاستخدام النهائي وتدعى (الخردة ماقبل الاستخدام).

إن مصطلح الخردة scrapيمكن أن يعطي دلالات سلبية وكأنه ضياعات waste ولكنه في الحقيقة مادة خام ذات قيمة عالية في عملية تصنيع الصلب بسبب صفاته المغناطيسية الدائمة التي تسها عملية فصل الفولاذ بشكل كبير وإعادة تدويره بالتالي يعتبر أكثر المواد قابلية لإعادة التدوير في العالم.

تستخدم عملية إنتاج الصلب نوعين من المدخلات المعدنية: خام الحديد وخردة الفولاذ المعاد تدويرها (70% خام حديد الباقي خردة معاد تدويرها) و تسمح عملية صهر خردة الفولاذ التي انتهى عمرها المفيد بصنع فولاذ جديد وبمساعدة بعض التقنيات يمكننا تحسين شكل والخواص الكيميائية للمنتج الجديد.

يتم فصل خردة الفولاذ وتخزينها وإعادة استخدامها في إنتاج منتجات جديدة وتلعب هذه الخردة دوراً كبيراً في تقليل الانبعاثات الناتجة عن صناعة الصلب واستهلاك الموارد الطبيعية حيث يجنب استخدام كل طن من خردة الفولاذ 1.5 طن من انبعاثات CO2واستهلاك 1.4 طن من الحديد الخام و 740 كج من الفحم الحجري و 120 كج من الحجر الجيري Limestone .حالياً يستخدم الفولاذ الخردة بشكل ثانوي فقط حوالي 650 Mtكل سنة مما يجنب 70 Mtمن انبعاثات CO2وتقليل الاعتماد على الموارد الطبيعية الحديد والفحم والحجر الجيري

6.6.3 النواتج الثانوية لصناعة الصلب co-products

تساهم إعادة تدوير واسترجاع النواتج الثانوية لصناعهة الصلب بمردود كفاءة استعمال الموارد 97.5% عالميا ً. يمكن إعادة استعمال النواتج الثانوية أثناء عملية إنتاج الصلب أو بيعها لاستخدامها في صناعات أخرى مما يقلل من انبعاثات CO2وتقليل استهلاك الموارد الطبيعية بالاضافة إلى الريع المادي من بيعها.

- أهم النواتج الثانوية: الخبث Slag و الطمي sludge والغبار dust وبعض الغازات.
- إنتاج طن من الفولاذ ينتج 200 كجم من النواتج الثانوية (في حال استخدام أفران الصهر)
- من عوائق استخدام الخبث احتواءه على كمية من الجير الحر وهذا الأمر غير جيد بالنسبة للتطبيقات الإنشائية
- تستخدم الغازات الناتجة عن تنظيف أفران الصهر لتوليد الكهرباء في المصنع ويعاد استخدامها بشكل كامل في إنتاج الفولاذ ويمكن أن تساهم ب 60% من الطاقة التي يحتاجها المصنع.
- يتم جمع الطمي والغبار عن طريق معدات تقليل التلوث في المصنع.

7.6.3 التخمير الميكروبي للغازات المنبعثة:

يوفر التخمير الميكروبي طريقا جديدا لخلق قيمة من الغازات المنبعثة من مصانع الحديد والصلب مع تلبية متطلبات تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. بالإضافة إلى ذلك ، ستمكن مرونة التخمير الميكروبي من إنتاج مجموعة واسعة من المواد الكيميائية بمرور الوقت ، مما يخلق قيمة إضافية لصناعة الحديد والصلب ويعمق الروابط مع صناعة المواد الكيميائية.

- تقدم الميزة الفريدة لتقنية تخمير الغاز لفصل خفض الانبعاثات وتكاليف الامتثال عن طريق تحويل الكربون إلى منتجات قيمة عملية لمعالجة غازات النفايات التي تدفع ثمنها.
- تعزز هذه التقنية المبتكرة الاقتصاد الدائري العالمي ، وإعادة تدوير نفايات الكربون من غازات مصانع الصلب لإنتاج الإيثانول مباشرة ، والكحوليات العالية والمواد الكيميائية السلعية الأخرى ، والدهون الغنية بأحماض أوميغا 3 الدهنية وعن طريق المزيد من التحويل الكيميائي الحراري ، والوقود الهيدروكربوني ، مثل وقود الطائرات. تخلق عملية إعادة تدوير الكربون في فرصة لصناعة الصلب لتصبح مساهما كبيرا في سلاسل قيمة الوقود والمواد الكيميائية مع تعزيز الأداء البيئي بشكل كبير.

8.6.3 الحد من تلوث الهواء

❖ فرن القوس الكهربي

تحتوى أغلب أفران القوس الكهربي علي فلاتر مصنعة من أنسجة تتحمل الحرارة (fabric filter)

لتنقية الأبخرة وتجميعها ويستخدم كلا النوعين الذي يعمل بالضغط والذي يعمل بالتفريغ . كما أن طرق التنقية من كلا النوعين تستخدم مثل عكس الهواء والهزاز والتيار النفاث المستقطع ويعتبر نوع الهواء المعكوس هو الأكثر شيوعا في الاستخدام وفي بعض الأحيان يستخدم التيار النفاث النابض في أكياس الهواء (pulse jet bag houses) لتنقية أبخرة فرن القوس الكهربي.

أغلب الغازات الصادرة عن أفران القوس الكهربي تحمل حرارة الفرن إلى أكياس التنقية حيث يتسبب هذا في انهيار البطانة بسبب الشرارة. ومداخل الأكياس (القواديس) مصممة خصيصا لمنع الانسداد ومنع مرور الشرارة الي الكيس والغبار المجمع يجب إزالته من القادوس بأسرع ما يمكن لمنع انسداده .

وتستخدم حاليا كبديل لأنظمة التحكم الجافة في الإنبعاثات أجهزةغسيل الغاز(scrubbers). وتستخدم هذه الأجهزة ترذيذ المياه لتعلق الدقائق الصلبةثم يعاد جمع المياه بما تحتويه من حبيبات واعادة تكر يرها في جهاز الغسيل الغازي مرة أخرى . ويتم احتجاز الحمأة (sludge) في مصف ويجب تجفيف الحمأة قبل معالجتها مرة ثانية .

يجب تقليل التلامس بين سطح الصلب المنصهر والهواء و ذلك عن طريق الإبقاء على طبقة خبث طافية على سطح الم عدن المنصهر واستخدام أغطية للبوتقة وذلك للتحكم ولتقليل إنبعاث الحبيبات الدقيقة إلي الهواء .كما أن درجة استخدام الغازات الخاملة في تقليب المعدن المنصهر قد يزيد من الأبخرة المتولدة . فحقن الغازات بمعدلات كبيرة يؤدى إلى فوران نشيط في شحنة الصلب مما يؤدى لتعرض جزء أكثر من الصلب المنصهر للهواء .

وتكون بعض الإضافات علي هيئة مساحيق أوأسلاك مثل سليكات الكالسيوم تزيد بدرجة ملحوظة إنبعاث الأبخرة بسبب ما لها من ضغط بخاري عالي وشراهة كيميائية للتفاعل كبيرة . فعندما يتم إضافة مثل هذه الإضافات في البوتقة فان التفاعلات النشطة تصاعد أدخنة بيضاء علي نحو ملحوظ وقد يشترك فرن الحث مع فرن القوس الكهربي في أكياس تنقية مشتركة أو مع أي مصدر تلوث ثانوي في المصنع.

❖ عمليات التشكيل

تنقل المسبوكات المراد تشكيلها إلى خط الإنتاج وتمر بمراحل التشغيل المتنوعة من خلال عمليات التشكيل الحديثة، وفي عمليات التشكيل علي الساخن وعلي البارد يتوقع إنبعاث أكاسيد النتروجين الناتجة عن احتراق الوقود في أفران إعادة التسخين وأفران التقسية أو الغلايات.

ويتم التحكم بشكل رئيسي في أكاسيد النتروجين المنبعثة عن طريق التعديل في عملية الاحتراق أو اختزال حفزي علي نطاق ضيق . والتقنية العامة للتحكم في الإنبعاث الحراري لأكاسيد النتروجين هو الحفاظ علي درجة حرارة الاحتراق للغاز الطبيعي تحت 1400د رجة حيث أنه أعلي هذه الدرجة تكون اكاسيد النيتروجين في ازدياد أسي بينما أدنى من هذه الدرجة فإنها تكون فى ازدياد خطي وبمعدل محدود جدا.

❖ السباكة

❑ مسابك الحديد

الطريقتان الأساسيتان لجمع الحبيبات المنبعثة عن المسابك هما، الجافة و الرطبة وتشمل أجهزة غسيل الغاز الرطبة نمطين ، منخفض الطاقة ومرتفع الطاقة . بينما تشمل أجهزة التجميع الجاف علي المجمعات الميكانيكية والمرسبات الكهربية الساكنة (الإلكتروستاتيكية) .

وبالإضافة لما سبق فإن التحكم في المركبات العضوية قد يتطلب ترميد (incineration) أو حرق تابع(after burning) والمركبات المسممة للهواء تستحقاهتماما خاصا و تتطلب اختيارا دقيقا لطريقة جمعها .

❑ المجمعات الرطبة

كل المجمعات التي تعمل بالطريقة الرطبة لها خاصية الكفاءة الجزئية بمعني أن كفاءة التنقية تتغير مباشرة مع حجم الحبيبات المطلوب التقاطه وعموما فإن المنقيات التي تعمل عند مستوي منخفض جدا سوف تزيل الحبيبات ذات الحجم المتوسط فالأكبر فقط. أما التقاط الحبيبات الناعمة فهو يتطلب أنظمة تنقية عالية الكفاءة مما يتطلب زيادة مستوي الطاقة المستهلكة مما ينعكس بدوره علي إنخفاض أعلي لضغط المجمع و بالإضافة لما سبق فإن أجهزة غسيل الغاز قد تستخدم للتحكم في إنبعاث الغازات و الأبخرة السامة وثاني اكسيد الكبريت وفي هذه الحالة فإن الأحماض و القواعد أو عوامل مؤكسدة يمكن أن تضاف للسائل.

❑ المجمعات الجافة

تعتبر المجمعات الجافة اكثر الأنواع المستخدمة لإزالة الحبيبات الصلبة العالقة من تيار هواء جاري أو غاز جاري هو استخدام مجمع الغبار النسيجي أو اكياس التنقية و قد يستخدم وسط تنقية للأجواء الشرهة كيم يائيا الساخنة مثل تلك المنبعثة عن الأفران فبعض درجات حرارة الدخول التي تصل إلي 260 درجة مئوية متوقعة ، أكياس الفيبرجلاس المحاكة والمغطاة بالتفلون والتي استخدمت بكثرة علي أغلب تركيبات فرن الدست بسبب ما لها من خاصية مقاومة درجة الحرارة المرتفعة.

وقد تستخدم حوارق تابعة في بعض العمليات للتحكم في الإنبعاثات خصوصا في الخردة المشحمة أو التي توجد فيها بنسبة كبيرة من الهيدروكربونات في الشحنة الداخلة إلي فرن الصهر أو فرن ما قبل التسخين وإذا لم تستخدم حوارق تابعة فإن أول أكسيد الكربون وأبخرة الزيوت قد تنبعث من خلال معدة التحكم في تلوث الهواء

المستخدمة . و عموما فإن نسبة الرطوبة و درجة الحرارة و تواجد مواد شرهة للتآكل الكيميائي يجب وضعه م في الاعتبار عند اختبار معدل التنقية المناسب لأي من العمليات المعدنية.

❑ مسابك الصلب

يتركز التحكم في الإنبعاثات خلال الصهر و معالجة ا لتركيب الكيميائي علي تمرير غازات وأبخرة الفرن في ماسورة تجميع وتنقية ثم نظام التحكم التابع لها.

ويتضمن التحكم في الغازات الهاربة من إنبعاثات الفرن باستخدام أغطية لسقف البناء أو أغطية انتقائية متخصصة لأنواع معينة من العادم قرب أبواب الفرن لجمع الإنبعاثات و ضمها لنقاط تجميع مركزية في نظام التحكم في الإنبعاثات .

9.6.3 الحد من التلوث بالمخلفات السائلة

❖ فرن القوس الكهربي

بالرغم من أن بعض أجزاء فرن القوس الكهربي يجب تبريدها بالمياه مثل (غرف الأقطاب وحلقات الغطاء والقاع) فإنه من غير المتوقع أن تتلوث هذه المياه ويمكن تبريدها و إعادة استخدامها . كما أن الماء المستخدم لتبريد المكابس و المضخات واستخدامه وإذا استخدمت أجهزة غسيل الغاز الرطبة فإن الماء المستخدم لتجميع والتقاط الدقائق المعلقة يعاد تكريره واستخدامه ثانية بعد تنقيته .

❖ الدرفلة

عادة ما يعاد استخدام ماء التبريد مع إضافة 20 % يوميا كمياه تعويضية وتجمع الدرافيل مخلفات الزيت والذي يتم تخزينه في ممرين ليتم بيعه كما يمكن استخدام قشور وأكاسيد الدرفلة 1-3 % من الإنتاج في وحدات التلبيد

❖ إنتاج مسبوكات الصلب و الحديد

يستخدم الماء في مسابك الحد يد و الصلب كإضافة لخليط القالب 3-5 % وهذا الماء يتبخر عند صب المعدن المصهور .كما أن الماء المستخدم في التبريد يعاد استخدامه في دورة مغلقة ، وهناك بعض المسابك التى تستخدم المياه فى عمليات الغسيل و في هذه الحالة لابد من معالجة هذه المياه قبل صرفها .

❖ السحب و البثق

يستخدم الماء لتبريد الاسطمبات وفواني السحب و البثق وبما أن تلوث مثل هذا الماء متوقع فإن هذا الماء يتم تكريره.

❖ الزيوت

تستخدم أنواع مختلفة من الزيوت للتشحيم و تعتمد كميه المخلفات من هذه الزيوت علي ظروف التلوث التابعة لظروف التشغيل وتصميم ا لماكينات في المنشأة المعدنية فإن معدلات الزيوت المطرودة تمثل 60-80 % من إجمالي المستخدم وهذه النسب لابد من تجميعها وتخزينها بطريقة أمنة حتي تباع

10.6.3 الحد من التلوث بالمخلفات الصلبة

❖ فرن القوس الكهربي

ينتج من الفرن المتوسط الحجم كمية تتراوح بين 10-20كجم من الخبث عند صهر الصلب الكربوني، وتعتمد كمية الخبث الناتج كذلك علي عمليات السباكة والمعالجة الكيميائية المستخدمة وعادة ما يجمع الخبث المتجمد والمختلط ببطانة الفرن ليتم التخلص منها .

❖ الدرفلة

الأكاسيد و القشور هي المخلفات الصلبة الرئيسية من عملية درفلة الصلب ويتم تجميع هذه القشور من ممر الدرفلة ومن ماء التبريد ليتم إعادة استخدامها كجزء من شحنة التلبيد أو تضاف إلي الصلب المنصهر كمانع للأكسدة وكمحسن للتركيب الكيميائي .

7.3 معوقات تطبيق الانتاج الانظف

❑ معوقات داخل الشركة:

- ❑ نقص المعلومات والخبرة
- ❑ تنافس أولويات العمل، على وجه الخصوص الضغط للحصول على الأرباح قصيرة الأجل.
- ❑ الإعتقاد الخاطئ لدى القائمين على هذه المؤسسات بأن الاستثمار في الإنتاج الأنظف غير مجد اقتصاديا.
- ❑ غياب الأطر التشريعية التي تشكل أرضية صلبة يمكن الارتكاز عليها في السعي نحو تطبيق الإنتاج الأنظف
- ❑ عدم إدراك مدى أهمية دمج الاعتبارات البيئية في عمليات التصنيع والإنتاج من أجل ضمان النفاذ إلى الأسواق العالمية، وخلق فرص تنافسية أفضل.

❑ معوقات خارجية:

- ❑ صعوبة الوصول إلى تكنولوجيا الانتاج الانظف
- ❑ صعوبة الحصول على التمويل الخارجي.

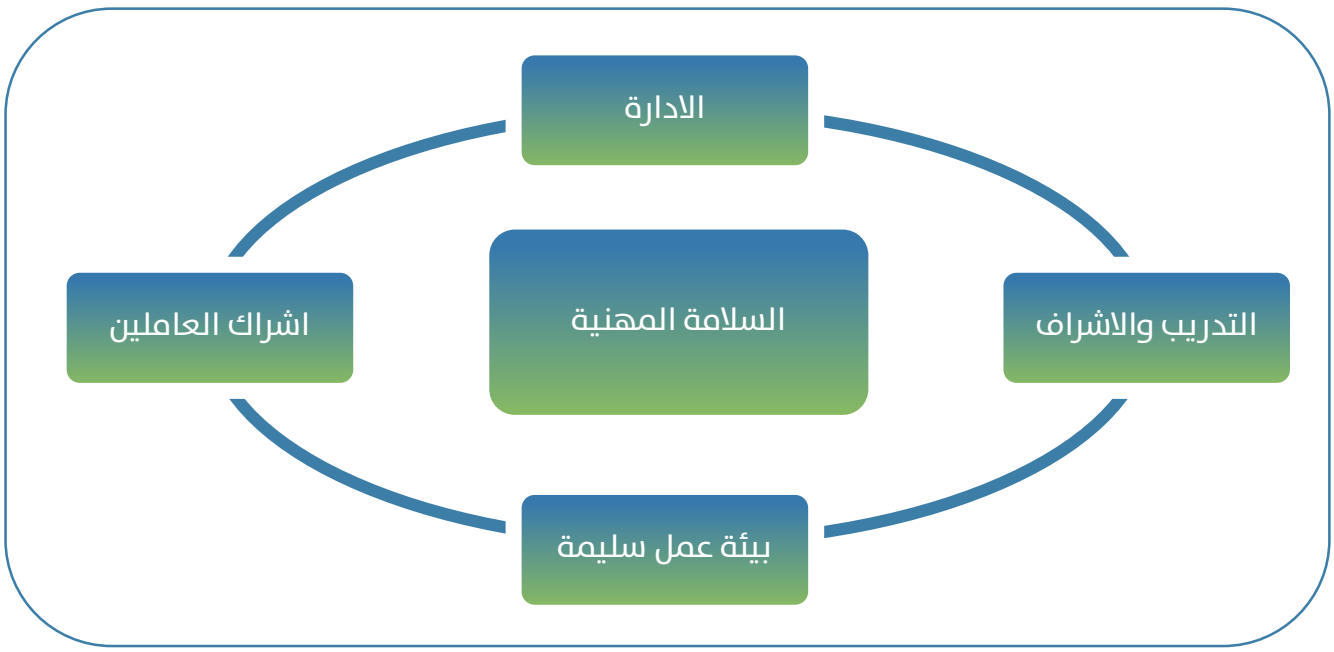
4. السلامة والصحة المهنية

إن الهدف الاساسي من تطبيق برامج الصحة والسلامة المهنية هو تقليل التكاليف الناجمة عن الخسائر والاصابات وزيادة الانتاجية من خلال توفير بيئة عمل آمنه للعاملين حسب العناصر التالية:

- سلامة وصحة العاملين وذلك من خلال:الاختيار العامل المناسب ،توفير التدريب المناسب بما يتفق ومهام العملية الإنتاجية،استعمال معدات الوقاية الشخصية،اجراء الفحوصات الطبية الابتدائية والدورية.
- بيئة العمل الداخلية والبيئة الخارجية ولها تاثير كبير من حيث:حماية العاملين من العوامل التي قد تؤثر على صحتهم او كفائتهم الإنتاجية،حماية الآلات والماكينات بحيث تبقى في حالة جيدة وملائمة،حماية عناصر البيئة مثل الهواء والماء والتربة من المخلفات.
- المحافظة على الالات والماكنات من خلال : وضعها في الاماكن المناسبة، تدريب العاملين تدريبا يتناسب وطبيعتها، عدم التسرع او تحميل هذه الالات اعلى من طاقتها التصميمية، توفير قطع الغيار المناسبة.

1.4 أسس السلامة المهنية:

هناك أربعة اسس للسلامة المهنية هي : الادارة، التدريب، بيئة العمل واشراك العاملين حسب الشكل (4-1) التالي



الشكل (4-1) أسس السلامة المهنية

2.4 الأهداف العامة للسلامة المهنية:

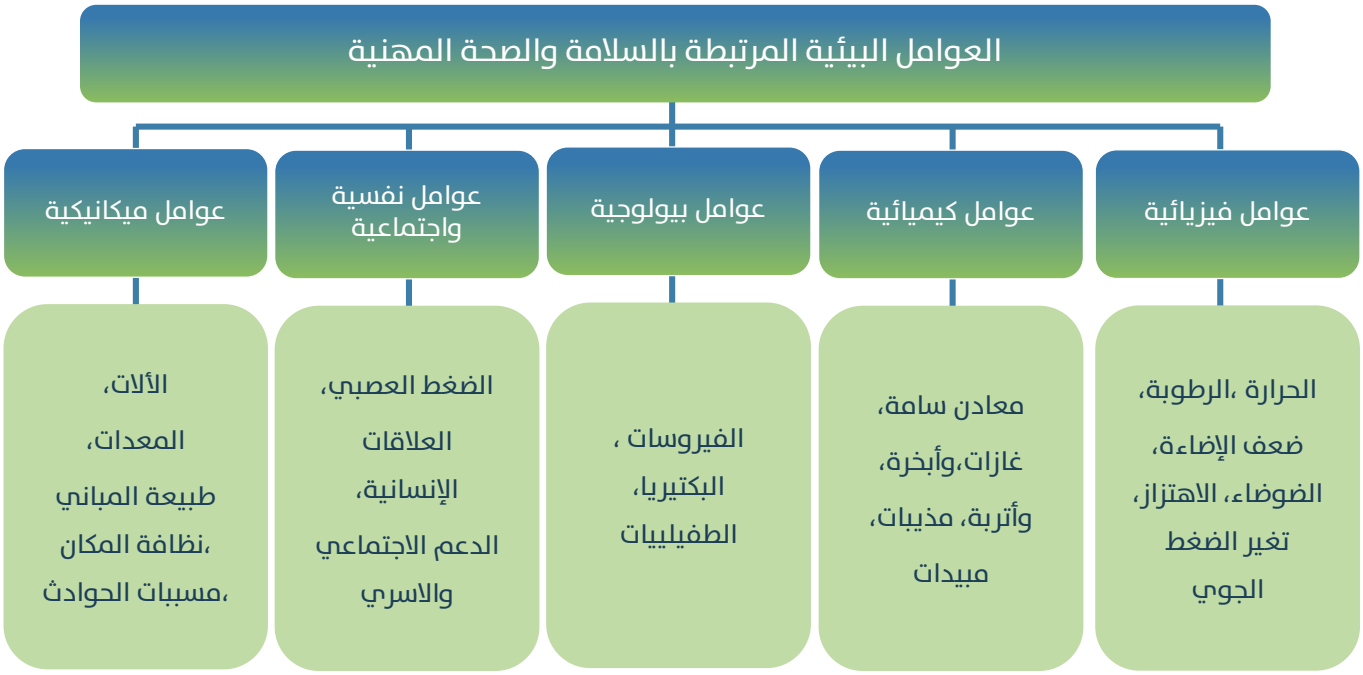
- حماية العنصر البشري من الإصابات الناجمة عن مخاطر بيئة العمل وذلك بمنع تعرضهم للحوادث والإصابات والأمراض المهنية .
- الحفاظ على مقومات العنصر المادي المتمثل في المنشآت وما تحتويه من أجهزة ومعدات من التلف والضياع نتيجة للحوادث .
- توفير وتنفيذ كافة اشتراطات السلامة والصحة المهنية التي تكفل توفير بيئة آمنة تحقق الوقاية من المخاطر للعنصرين البشري والمادي .
- تثبيت الآمان والطمأنينة في قلوب العاملين أثناء قيامهم بأعمالهم .

أما في مصانع الحديد فتتضمن الاجراءات التنظيمية والادارية للسلامة والصحة المهنية مايلي:

- تشكيل لجنة السلامة والصحة المهنية بالمصنع.
- التدريب ونشر الوعي بأمور السلامة والصحة المهنية .
- وضع تعليمات وإرشادات السلامة والطرق الصحيحة والآمنه للعمل.
- توفير أدوات الوقاية الشخصية.
- فحص مواقع العمل المختلفة واستعمال نماذج التفتيش الخاص بذلك.
- وضع خطط الطوارئ و خطط الإخلاء .
- اجراء القياسات الخاصة بأماكن العمل .
- الكشف الطبي الدوري على العاملين.

3.4 العوامل المرتبطة بالسلامة والصحة المهنية :

العوامل المرتبطة بالسلامة والصحة المهنية حسب الشكل (2-5) التالي



الشكل (2-4) العوامل المرتبطة بالسلامة والصحة المهنية

4.4 التدابير الوقائية للصحة و السلامة المهنية أثناء مرحلة التشغيل :

❑ مكافحة الغبار :

- ✓ استخدام خطوط انتاج مغلقة.
- ✓ النظافة الجيده والصيانة.
- ✓ استخدام أنظمة ازالة الغبار من الهواء و إعادة تدويره للاستفادة منه وازالته من مناطق العمل
- ✓ استخدام معدات الحماية الشخصية (مثل الأقنعة وأجهزة التنفس)
- ✓ استخدام نظم شفط الاتربة المتحركة لمنع تراكم الغبار في المناطق الممهدة.

❑ التحكم في التعرض للحرارة :

- ✓ عزل الأسطح وذلك لحماية العاملين من الحرارة العالية.
- ✓ استخدام معدات الحماية الشخصية (مثل القفازات والأحذية المعزولة).
- ✓ تقليل الوقت في بيئات العمل ذات درجات حرارة عالية.
- ✓ استخدام أجهزة تنفس الهواء أو الأكسجين عند الضرورة.

❑ التحكم في انبعاثات الضوضاء :

- ✓ استخدام كواتم الصوت للمراوح .
- ✓ استخدام غرف معزولة للطواحين، وحواجز الضوضاء.
- ✓ استخدام المعدات الشخصية الواقية للسمع.

❑ معالجة التعرض المحتمل للمواد الكيميائية.

- ✓ يجب ان تتوفر مرافق للغسل الفوري.

5.4 التأثيرات البيئية والصحية للملوثات:

1.5.4 تأثير الإنبعاثات الغازية:

تقاس الملوثات الناتجة عن الصناعات المعدنية بحجمها و المخاطر التي تشكلها وتثير الملوثات الهوائية التي تنبعث إلي الهواء الجوي الاهتمام بسبب تأثيراتها السلبية علي الصحة البشرية والتي تشمل أوضاعا حادة مثل أمراض الجهاز التنفسي وتأثيرات علي المدى الطويل مثل الأورام السرطانية والعيوب الخلق ية للمواليد . كما أن بعض التأثيرات السلبية المحتملة تشمل القضاء علي بعض أشكال الحياة الحيوانية والتأثير علي النباتات والمباني وانخفاض الجدوى الاقتصادية، ويوضح الجدول (4-1) التأثيرات الأساسية للملوثات الهوائية .

الجدول (4-1) التأثيرات الأساسية للملوثات الهوائية

الملوثات الهوائية	التأثيرات الصحية
أول أكسيد الكربون	تمتصه الرئة ، يسبب تدهورا في القدرات البدنية ، الذهنية والعصبية، حيث يؤدى إلى صداع ودوخة وغثيان، إرهاق شديد واحمرار الوجه، زيادة سرعة النبض وفقدان وعى يؤدي الى الوفاة.
الهيدروكربونات	التعرض الحاد يؤدي إلى تهيج في العين و الأنف و الحلق ويسبب التعرض المستمر الى الاصابة بالسرطان وتسمم للدم والأعصاب.
الرصاص	يدخل أساسا عن طر يق المسالك التنفسية و جدران الجهاز الهضمي و يتراكم في الأعضاء مما يؤدي إلى إصابات جسدية و ذهنية حاد ة تتمثل فى الإرهاق الشديد، البلادة، الآلام المفصلية، شلل فى العضلات الباسطة للمعصم والكاحل، وجود خط أزرق على اللثة، فقر الدم، فقدان الشهية، مغص واضطرابات معدية من اسهال أو امساك.
أكاسيد النيتروجين	تلعب دورا رئيسيا في تكوين الأدخنة التي تربط بين المشاكل التنفسية و الأمراض القلبية ، مهيج للأنف والحلق مع زيادة إفراز اللعاب، يسبب السعال، الغثيان، استسقاء الرئة وتلون الأسنان والجلد باللون البنى.
الجسيمات	تأثيرات سامة و تفاقم تأثيرات الملوثات الغازية و تفاقم الأعراض التنفسية و التي لها علاقةبأمراض القلب.
ثاني أكسيد الكبريت	مصنف كمهيج متوسط للتنفس و سبب أساسي للأمطار الحمضية - زيادة إفراز اللعاب والعطس والسعال. وفى التركيزات العالية يسبب فشل عملية التنفس حيث يحدث شلل فى عضلا ت التنفس، إغماء ووفاة.
ارتفاع درجة الحرارة	يسبب الاحساس بالتعب الجسدي و الاجهاد الحراري.
الرطوبة	تجعل ظروف العمل غير مواتية ويسبب اجهادا حراريا.
الضوضاء	فقدان السمع ، تجعل ظروف العمل غير مواتية.

2.5.4 تأثير السوائل الملوثة:

يهدد تلوث المياه الأشخاص الذين يتعرضون لتعامل مباشر مع المسطحات المائية كما يهدد أيضا الذين يعتمدون علي المياه الجوفية و المياه المدارية فى الشرب . كما يمكن للملوثات المائية أن تدخل في السلسلة الغذائية عن طريق ري المحاصيل و تلوث الحياة السمكية . و تتراوح تأثيرات الملوثات المائية الناتجة عن الصناعات المعدنية من إفساد المظهر الجمالي إلى القضاء علي بعض أشكال الحياة والذي قد ينعكس في أوجه عديدة من القضاء علي التنوع البيئي إلي مخاطر على الصحة البشرية. والملوثات الرئيسية في الصرف السائل للصناعات المعدنية هي المعادن الثقيلة والفلزات والمواد الصلبة العالقة والكلية وقد أدى هذا إلي خفض حاد في درجة نقاء مسطحات مائية و تسعي المصانع الحديثة لاستخدام أساليب معالجة كيميائية وفيزيائية وبيولوجية لجعل درجة نقاء مياه الصرف في المستويات المقبولة . ويعطي الجدول (2-5) ملخصا للتأثيرات الصحية لملوثات المياه الناتجة عن الصناعات المعدنية

جدول (2-4) التأثيرات البيئية والصحية للصرف السائل

المؤشر	التأثيرات الصحية والبيئية
مستوى الأكسجين الذائب	عندما يصل مستوى الأكسجين الى أقل من خمس أجزاء في المليون يلاحظ تأثيرات سلبية على الحياة المائية ، لا يمكن لكثير من الأحياء المائية و الأسماك أن تتحمل انخفاضات كبيرة في نسب الأكسجين الذائب، وبالتالى يكون هنالك نقصا ملحوظا فى أعدادها.
المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)	يسرع معدلات التآكل الكيميائي في أنظمة المياه و المواسير ويقلل من المحاصيل عند استخدام المياه الملوثة به في الري و اذا زاد التركيز فإنه يؤثر سلبا ع لى المياه و يجعلها غير صالح ة للشرب. فضلا عن التاثير العكسى على الحياه المائية المتمثل فى انخفاض أعداد الأسماك.
المواد الصلبة العالقة (TSS)	يحول المجاري المائية الى اللون البني و يؤثر سلبا على الحياة المائية و يخلق بقعا ملطخة يمكن أن تنتج غازات من أكسيد النيتروجين وتحرر كميات من الغازات السامة التى تتعارض مع عمليات تنقية المياه.
الفوسفور و النيتروجين	اذا تواجدت بنسب مرتفعة فانها تحفز نمو الطحالب و الطفيليات البحرية وتؤدى إلى نمو الحامول والأعشاب المائية ويؤدى ذلك إلى قلة وجود الأكسجين فى المياه نتيجة استهلاكه.
اللون و التعكير	مشاكل في المظهر الجمالي.
الأس الهيدروجيني	التغيرات في قيمة الأس الهيدروجيني قد تسبب اضطرابا في التوازن البيئي للبيئة المائية كما أن ارتفاع الحامضية قد يسبب مشاكل في تلوث الهواء بسبب تحرير كميات من الهيدروجين.

3.5.4 تأثير المخلفات الصلبة:

تشكل المخلفات الصلبة للصناعات المعدنية مثل الفلزات الثقيلة و السيانيد و المخلفات الغير عضوية والأحماض والمركبات القاعدية مخاطر ضخمة للصحة البشرية والبيئية إذا ما تم التصرف فيها بشكل خاطئ حيث أن بعض هذه المخلفات يمكنها الدخول في تفاعلات كيميائية خطيرة مع المياه أو مواد أخرى منتجة غازات أو أبخرة سامة . كما أنها لو كانت تحتوي علي سيانيد أو كبريتات فإن خطورة الغازات السامة الناشئة عنها تزداد ويوضح الجدول ر (4-3) بعض الكيماويات السامة وتأثيراتها الصحية على الإنسان. ويوضح الجدول (4-4) التأثيرات السلبية للكيماويات السامة علي الأشكال الأخرى للحياة.

الجدول (4-3) التأثيرات الصحية لبعض الكيماويات السامة

المادة الكيمائية	التأثيرات الصحية
زرنيخ	إسهال، قىء ، سام ، مسمم للكبد ، آلام فى الصدر، هبوط فى الدورة الدموية ثم الوفاة، التهاب الأعصاب الطرفية والجلد.
كادميوم	جفاف حلق، مدمر للكبد، و تضخم عضلة القلب، ضيق الصدر، صداع، رجفة، أنيميا ونهجان
كربون	مسبب رئيسي للفشل الكلوي.
كلوروفورم	مهيج للعين والجلد، مثبط للجهاز العصبى المركزى، اضطرابات فى الجهاز الهضمى ومن مسببات السرطان، مسبب للفشل الكلوي و الكبدي.
نحاس	يسبب استنشاقه حمى أبخرة المعادن، يسبب التهاب الجهاز الهضمى والتهيج الكبدي.
سيانيد رصاص	يسبب التشنج و فقر الدم و الفشل الكلوي.
زئبق	يسبب الشلل الرعاش مع تغيرات فى الشخصية والسلوك وزيادة إفراز البولينا فى البول، التهاب اللثة والجلد، الهياج، الاكتئاب والفشل الكلوي.
نيكل	يسبب التهاب المعدة و يؤثر على الجهاز العصبي المركزي . كما يسبب الصداع والدوخة، النهجان، مرض الزرقة، آلام الصدر ومهيج للجلد ويسبب التهابه.
الحديد وأكاسيده	يسبب تليف الرئتين نتيجة استنشاق المواد الترابية الناتجة من تصنيع المادة الخام.
رباعى كلوريد الكربون	يسبب الغثيان، القىء، مغص مع إسهال، تثبيط حاد للجهاز العصبى المركزى، يؤدى إلى دوخة وبلادة، وتنتهى الأعراض باستسقاء الرئة مع دمار الكبد والكلى مع فقدان الوعى.

الجدول (4-4) التأثيرات البيئية لبعض الكيماويات

المادة الكيمائية	التأثيرات الصحية
انخفاض مستوى الأكسجين	سام للحياة المائية و يسبب انخفاضا في تكاثر الحياة السمكية و عيوبا في التراكم
الزرنيخ	تسميم الطيور و المحاصيل البقولية
البنزين	سام لبعض الأسماك و اللافقاريات البحرية
ثالث كلوريد الكربون	استنفاد الأوزون
كلوروفورم	استنفاد الأوزون
سيانيد رصاص	سام للنباتات و الحيوانات المنزلية و يؤثر في سلسلة الطعام
زئبق	يتسبب في فشل التكاثر في الأسماك حيث يحد من النمو و يقتل الأسماك
نيكل	يضعف التكاثر في أنواع معينة من الأسماك
الفضة	فلز سام للكثير من أشكال الحياة البحرية

5. الرصد البيئي لمصانع الحديد والصلب

يجب تطبيق برامج الرصد البيئي الخاصة بذلك القطاع للتعامل مع جميع الأنشطة التي تم تحديد أنها تحدث آثاراً كبيرة محتملة على البيئة، أثناء العمليات العادية وفي الظروف المضطربة. ويجب أن تستند أنشطة الرصد البيئي إلى مؤشرات مباشرة أو غير مباشرة للانبعاثات والنفايات السائلة واستخدام الموارد المنطبق على المشروع المحدد. وينبغي أن يكون معدل تكرار الرصد بالقدر الكافي لتوفير بيانات تمثيلية للمعيار الجاري رصده. ويجب أن يقوم بعمليات الرصد أفراد مدربون وفقاً لإجراءات الرصد والاحتفاظ بالسجلات مع استخدام معدات تجري معايرتها وصيانتها على نحو سليم. آما ينبغي تحليل بيانات الرصد ومراجعتها على فترات منتظمة ومقارنتها بالمعايير التشغيلية حتى يتسنى اتخاذ أي إجراءات تصحيحية لازمة.

1.5 مؤشرات استهلاك موارد الطاقة والمياه

يبين الجدول (5-1) أمثلة لمؤشرات استهلاك موارد الطاقة والمياه في هذا القطاع،

الجدول (5-1) أمثلة لمؤشرات استهلاك موارد الطاقة والمياه

الملوثات	القيمة الإرشادية ملليغرام/متر مكعب	الملوثات	القيمة الإرشادية ملليغرام/متر مكعب
المادة الجسيمية	50-20	هباء زيتي	15
أكاسيد النيتروجين	750-500 (فرن الكوك)	ثاني أكسيد الكبريت	500
مركبات عضوية متطايرة	20	ديوكسينات/فيورنات	0.1
أول أكسيد الكربون	100 افران القوس الكهربي،300 فرن الكوك	كروم	4
كلوريد الهيدروجين	10	رصاص	2
نيكل	2	كادميوم	0.2
فلوريد	5	فلوريد الهيدروجين	10
كبريتيد الهيدروجين	5	امونيا	30
بنزو (بيرين)	0.1	دخان القطران	5

2.5 مؤشرات الانبعاثات والنفايات

يبين الجدول (5-2) أمثلة لمؤشرات إنتاج الانبعاثات والنفايات. والقيم المعيارية للصناعة متاحة لأغراض المقارنة فقط وعلى المشروعات الفردية أن تستهدف التحسين المستمر في هذه المجالات.

الجدول (5-2) مستويات النفايات السائلة في قطاع مصانع الصلب المتكاملة

الملوثات	القيمة الإرشادية ملليغرام/لتر	الملوثات	القيمة الإرشادية ملليغرام/لتر
الأس الهيدروجيني	9-6	إجمالي المواد الصلبة العالقة	35
زيوت وشحوم	10	فينول	0.5
كادميوم	0.01	كروم سداسي	0.1
نحاس	0.5	رصاص	0.2
قصدير	2	زئبق	0.01
نيكل	0.5	زنك	2
سيانيد	0.1	فلوريد	5
كبريتيد	0.1	حديد	5
هيدروكربونات	0.05	السمية	حسب الحالة المحددة

6. الادارة البيئية:

1.6 متطلبات شهادة (ISO14001)

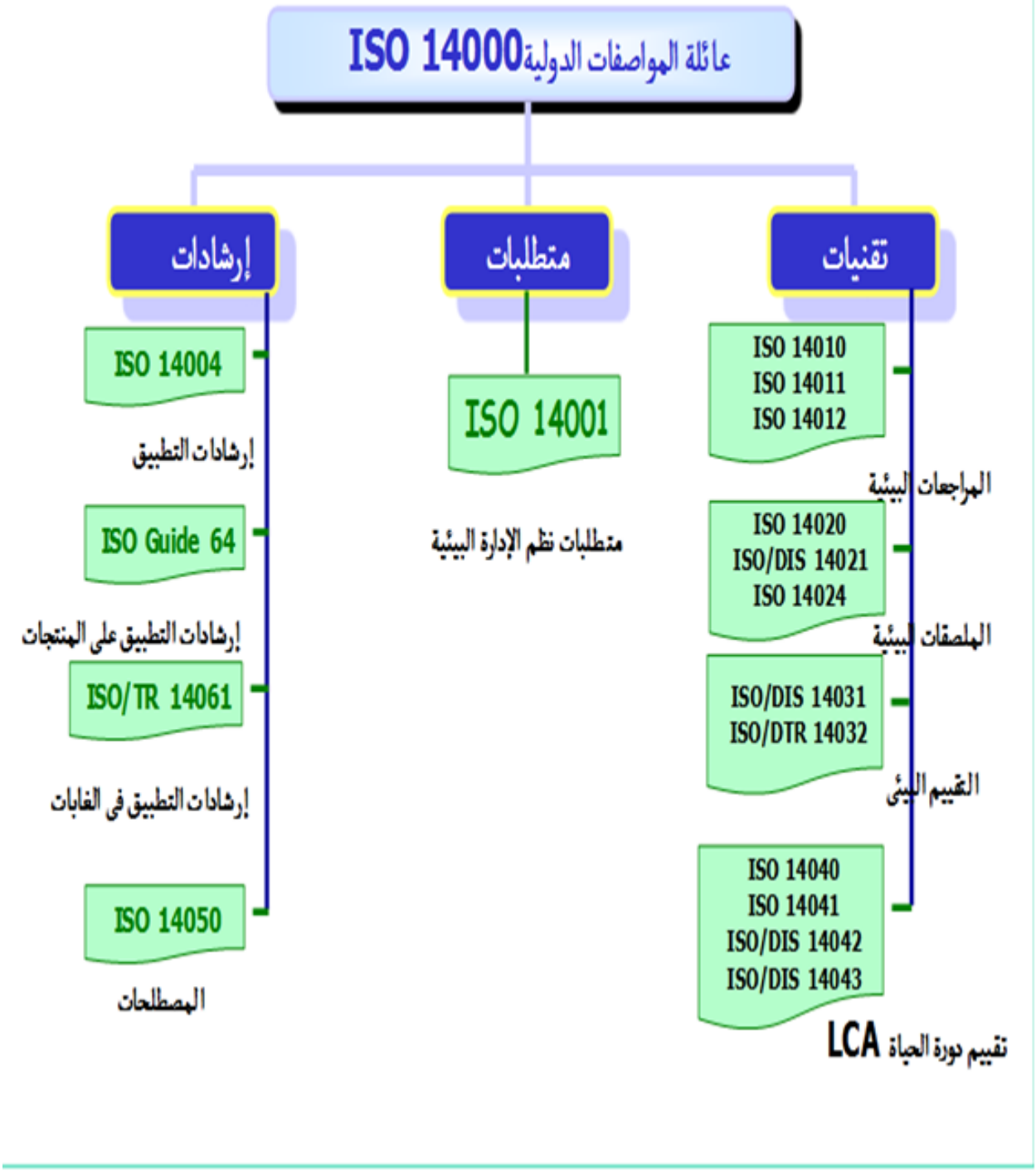
يعرف نظام الإدارة البيئية بأنهُ " هيكل لإدارة المنظمات /الشركات من اجل تقييم تأثيراتها البيئية ".
وتعرف سلسلة المواصفات ISO 14000أنها:" مواصفات موثقة تستدعى من المنظمة/الشركة المساهمة في الحفاظ على استخدام المواد الأولية وإنتاج ومعالجة وتصريف الفضلات الخطيرة وتستهدف سلسلة ISO 1400 تحقيق جملة أهداف أهمها:

- ❑ مساعدة الشركات على إقامة نظام داخلي للإدارة البيئية يضمن حسن التعامل مع القضاياالبيئية.
- ❑ مساعدة الشركات على وضع الأهداف والسياسات الخاصة بها في مجال البيئة.
- ❑ التزام الشركات بالإعلان عن سياستها البيئية وبشروط السلامة البيئية أمام السلطات الرسمية والزبائن والرأي العام.
- ❑ تشجيع الشركات في سعيها للحصول على شهادات المطابقة من الجهات المختصة بشأن السلامة البيئية .

ويمكن تصنيف عائلة (ISO : 14000)إلى المواصفات الرئيسة التالية :

- ❑ الإدارة البيئية
- ❑ مواصفات المراجعة البيئية مواصفات الملصق البيئي
- ❑ مواصفات تقييم الاداء البيئي
- ❑ مواصفات تقييم دورة الحياة
- ❑ مصطلحات الإدارة البيئية
- ❑ الجوانب البيئية

و الشكل (6-1) يوضح تصنيفات عائلة ISO14000



الشكل (6-1) تصنيفات عائلة ISO14000

1.1.6خصائص نظام إدارة البيئة الآيزو 14001

- تطبق على المنشأة بكاملها أو جزء منها وعلى كافة الأنشطة والمنتجات والخدمات وفي جميع القطاعات الصناعية وغير الصناعية .
- يركز على نظام الإدارة البيئية ويؤكد بصورة غير مباشرة على التحسين البيئي.
- يلتزم بالتحسين المستمر لنظام الإدارة البيئية ومنع التلوث وكذلك التوافق مع القوانين البيئية المطبقة والالتزامات الطوعية.
- يتطلب توثيق السياسة البيئية ومسؤوليات الملاك والاتصال بالأطراف الخارجية .
- يستدعي تحسين مستمر في العمليات وممارسات المنشأة.

2.1.6مميزات الحصول على شهادة المطابقة آيزو 14001

تتمثل ميزات الحصول على شهادة الآيزو 14000 في زيادة قدرة الشركة أو المنشأة في تحقيق متطلبات التصدير إلى الخارج وخاصة دول السوق الأوربية المشتركة. أما الفوائد الأخرى التي قد تنتج عن الحصول على شهادات الآيزو 14000 فهي:

- ترشيد استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية
- تقليل الفاقد والحد من التلوث
- التوافق مع القوانين والتشريعات البيئية
- التحسين المستمر
- تحسين صورة الشركة وأداءها البيئي مما يزيد من سمعتها الحسنة.
- اكتساب تقدير واعتراف الجهات العالمية مما يفتح أسواق التصدير
- تحسين الأوضاع البيئية للموظفين للعمل في بيئة نظيفة وآمنة وخالية من الملوثات.
- رفع وزيادة الوعي بالبيئة لدى كل العاملين بالشركة.
- زيادة الأرباح الناتجة عن الفوائد السابقة.

3.1.6 آلية الحصول على شهادة الآيزو 14001

يجب على المنشأة أن تقوم بإنشاء نظام لإدارة البيئة طبقاً لمتطلبات المواصفة. ويشمل ذلك المراحل كما بالجدول (7-1) مراحل الحصول على شهادة الآيزو 14001

جدول (6-1) مراحل الحصول على شهادة الآيزو 14001

المرحلة	آلية التنفيذ
السياسة البيئة	توثيق سياسة بيئة للشركة بحيث تغطي كافة العمليات والمنتجات والخدمات، واعتمادها من الادارة العليا.
المراجعة البيئية	دراسة المظاهر البيئية الناجمة عن العمليات والمنتجات التي تقدمها الشركة، يمكن أن تتراوح عملية المراجعة هذه من عملية تقييم بسيط للمظاهر البيئية والتأثير البيئي لها ومن الممكن أن تكون عملية تقييم موسعة يتم فيها دراسة استهلاك الطاقة، واستخدام المواد الخام.
التخطيط	تحديد المشاكل البيئية وفرص التحسين البيئي، ووضعها في إطار واضح يغطي: - المظاهر البيئية والتأثير البيئي. - المتطلبات القانونية وباقي المتطلبات . - الأهداف وتوقيتات إنجازها .
التنفيذ والتشغيل	وضع هيكل واضح لنظام الادارة البيئية يضمن أن كافة العاملين على علم بمسؤولياتهم، وكيف تؤثر العمليات اليومية للمؤسسة على البيئة، ويشمل ذلك: - التنظيم والمسؤوليات. - الاستعداد والاستجابة للطوارئ. - التدريب والتوعية والكفاءة . - مراقبة العمليات. - توثيق نظام إدارة البيئة. - مراقبة الوثائق.
التحقق والإجراءات التصحيحية	إنشاء مراقبة ومتابعة للتأكد من المطابقة للتشريعات البيئية والمستهدفات التي حددتها الشركة. يشمل هذا الجزء: - الرصد والقياس - عدم المطابقة والإجراءات التصحيحية والوقائية. - السجلات . - مراجعة نظام إدارة البيئة.
المراجعة الادارية	مراجعة الإدارة لأداء النظام وبشكل دوري والتأكد من أن التطوير المستمر حاصل بما يتعلق بالأداء البيئي للشركة.

4.1.6 خطوات التأهيل طبقا لمواصفة الآيزو 14001

- تعيين ممثل للإدارة له السلطة في إنشاء النظام ومتابعته والاتصال بالجهات الخارجية فيما يختص بالنظام ويلي هذا دراسة الفجوة طبقا للمواصفة ISO 14001وإصدار تقرير فجوة ووضع خطة تنفيذية
- إجراء مسح بيئي مبدئي.
- وضع وتنفيذ برنامج تدريبي توعوي للعاملين عن نظام الادارة البيئية المطابق للمواصفة ISO 14001
- تنفيذ الخطة التنفيذية ووضع الوثائق وتجهيز كافة أنظمة المنظمة ليتتابق مع المواصفة ISO 14001 و إجراء تدقيق داخلي واكتشاف عدم المطابقات وعلاجها عن طريق الأفعال التصحيحية المدروسة
- قيام الإدارة العليا بعمل متابعات ومراجعات دورية مخططة للمنظمة وتنفيذها للنظام الموضوع وحل مشاكل التتنفيذ إلى أن تطمئن الإدارة العليا على مطابقة المنظمة لنظام الإدارة ومتطلباته الوارد في المواصفة ISO 14001
- قيام الشركة باختيار والتعاقد مع جهة إصدار شهادات معترف بها والتي تقوم بالتنسيق مع ممثل الإدارة للمنظمة بترتيب توقيتات التدقيق عليها
- قيام جهة إصدار الشهادة بالتدقيق على الشركة وفي حالة كانت التدقيق إيجابية يتم منح الشركة شهادة ISO 14001خاضعة لتدقيق الجهة المانحة الدوري للتأكد من استمرارية مطابقة المنظمة مع متطلبات المواصفة الدولية

2.6 مواصفة الآيزو 18001

1.2.6 المصطلحات والتعريفات

تستخدم هذه المواصفة المصطلحات و التعريفات التالية :-

- **الخطر المقبول (Acceptable risk):** خطر محتمل تم تقليله الي الحد الذي ن احتماله بواسطة المنظمة ملتزمة بالقوانين التشريعية وبسياستها .
- **التدقيق (Audit):** هي عملية منهجية ،مستقلة , موثقة , تجرى للحصول على دليل التدقيق وتقييمه بطرق موضوعية لتحديد مدى تحقق معيار التدقيق. الإستقلالية لا تعني أن يكون المدقق من خارج المنظمة. في كثير من الحالات خصوصاً في المنشآت الصغيرة يمكن أن تتحقق الإستقلالية بعدم المسؤلية عن تنفيذ الأنشطة التي يتم التدقيق عليها. لمزيد عن دليل التدقيق و معايير التدقيق أنظر المواصفة القياسية الدولية(ISO 19011).
- **التحسين المستمر (Continual Improvement):** عملية متكررة لتعزيز نظام إدارة السلامة ، والصحة المهنية ، لتحسين الأداء لنظام السلامة والصحة المهنية ، بالتطابق مع سياسية السلامة والصحة المهنية للمنظمة.
- **الفعل التصحيحي (Corrective action):** هو إجراء يتم اتخاذه لإزالة أسباب عدم مطابقة تم إكتشافها أوحيود غير مرغوب فيه ،يمكن أن يكون هناك أآثر من سبب لعدم المطابقة، الإجراء التصحيحي يتخذ لمنع تكرار الحدوث بينما الإجراء الوقائي لمنع الحدوث.

- **الوثيقة (Document)** :المعلومة و الوسيط الحامل لها،الوسيط يمكن أن يكون ورقي أو مغناطيسي أو إلكتروني أو ضوئي أو قرص حاسب آلي أو صورة ضوئية أو عينة رئيسة أو مجمعة
- **مصدر الخطر (Hazard)** : هو مصدر أو موقف أو فعل يحتوي على ضرر آامن يسبب أذىً للإنسان أو مرض لصحته أو على الإثنين معا.
- **تحديد لخطر مصادر (Hazard Identification):** عملية إدراك وجود مصدر الخطرو تعريف خصائصه.
- **المرض الصحي (ill health) :** هو أي تأثير فيزيائي أو معنوي يمكن تحديده ينشأ عن نشاط عمل و/أو موقف له علاقة بالعمل.
- **الحدث (Incident):** هو حدث أو أحداث ذات علاقة بالعمل يؤدي إلي حدوث أذى أو مرض بغض النظر عن خطورته أو مصائب حدثت أوكادت تحدث .
- **الجهة المعنية (Interested Party)** : هي فرد أو جماعة من داخل أو من خارج موقع العمل مهتمة أو متأثرة بأداء نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية للمنشأة.
- **عدم المطابقة (Nonconformity):** عدم تحقق مطلب. يمكن أن تتمثل ف حالة عدم المطابقة في أي حيود عن(مواصفات العمل , الممارسات , الإجراءات , اللوائح و القوانين ، متطلبات نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية).
- **الصحة المهنية و السلامة (Occupational Health and Safety):**الظروف والعوامل التي تؤثر أو قد تؤثر علي صحة و سلامة العاملين أو العمال الآخرين (العمال المؤقتين أوالمقاولين و الزائرين أو اي أشخاص في أماكن العمل ، يمكن أن تُلزم المنظمة بأي متطلبات قانونية تخص أمن و سلامة أفراد خارج موقع العمل الحالي أو أفراد قد يكونون عرضة لأنشطة مواقع العمل.
- **نظام إدارة الصحة المهنية و السلامة (Management System):** هو جزء من نظام إدارة المنظمة يهدف إلى تطوير ونطبيق سياسة السلامة والصحة المهنية وإدارة لمخاطر السلامة والصحة المهنية، نظام الإدارة هو مجموعة مترابطة من العناصر تستخدم في وضع السياسة و الأهداف و لتحقيق تلك الأهداف .ونظام الإدارة يشمل الهيكل التنظيمي و تخطيط الأهداف (تشمل على سبيل المثال – تقييم المخاطر و وضع الأهداف والمسؤوليات والسياسات والإجراءات و العمليات و الموارد.
- **هدف السلامة و الصحة المهنية (OH&S Objective):** غاية للسلامة و الصحة المهنية, خاصة بأداء الصحة المهنية و السلامة والتي أعدت المنظمة نفسها لتحقيقها ، يفضل أن تكون الأهداف قابلة للقياس كلما أمكن، يتطلب أن تكون أهداف السلامة و الصحة المهنية متوافقة مع سياسة السلامة و الصحة المهنية.

- **سياسة السلامة و الصحة المهنية (OH&S Policy):** السياسات العامة و اتجاه المنظمة ذات العلاقة بأداء السلامة و الصحة المهنية التي تّعبر عنها الإدارة العليا رسمياً .
- **أداء السلامة و الصحة المهنية (OH&S Performance):**نتائج مقاسة لنظام السلامة و الصحة المهنية للمنظمة وتعبر عن مخاطر السلامة و الصحة المهنية، قياس أداء السلامة و الصحة المهنية يتضمن قياس فعالية ضوابط العمل بالمنظمة ، بالتوافق مع أنظمة إدارة السلامة و الصحة المهنية .
- **المنظمة (Organization):**شركة , مؤسسة , شراكة , سلطة أو معهد أو جزء أو مجموعة من ذلك سواء كانت مندمجة أم لا , عامة أو خاصة و لها وظائفها و إدارتها الخاصة.
- **الفعل الوقائي (Preventive action) :** هو فعل متخذ لإزالة سبب عدم مطابقة متوقعة أو حالة حيود غيرمرغوبة ، يمكن أن يكون هناك أكثر من سبب لعدم المطابقة المتوقعة، الفعل الوقائي يتخذ لمنع الحدوث بينما الفعل التصحيحي لمنع تكرار الحدوث.
- **الإجراء (Procedure) :** طريقة محددة لتنفيذ نشاط أو عملية و يمكن أن يكون موثق أوغير موثق.
- **السجل((Record):** هو وثيقة تسجل فيها النتائج التي تم تحقيقها أو تقدم الدليل على تنفيذ أنشطة.
- **المخاطرة (Risk) :** مجموعة مؤتلفة من احتمالية حدوث حدث ينطوي على مخاطرة و خطورة عواقبه من أذىً أو ضرر صحي.
- **تقييم المخاطرة (Risk Assessment):** عملية تحديد قيمة تعبر عن مخاطرة / مخاطر ناتجة من مصدر /مصادر خطر بعد أخذ الضوابط المطبقة في الإعتبار وتقرير ما إذا كانت المخاطر يمكن احتمالها أم لا.
- **موقع العمل(Workplace) :** هو أي موقع طبيعي يتم فيه تنفيذ أنشطة خاصة بالعمل تحت سيطرة أو تحكم المنظمة. فعندما تحدد المنظمة مواقع العمل يجب أن تأخذ في الحسبان تأثيرات السلامة و الصحة المهنية على الأفراد الذين هم على سبيل المثال يمرون أو يستريحون بالموقع مثل مستقلي السيارات و الطائرات و السفن و القطارات و العاملين بمباني العملاء والزبائن و العاملين بمنازلهم.

2.2.6 متطلبات نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية

(OH&S Management System Requirements)

- **متطلبات عامة (General Requirements):** يتم إنشاء و توثيق و تطبيق وصيانة و تحسين نظام لإدارة السلامة والصحة المهنية بالتطابق مع متطلبات هذه المواصفة OHSASو أن تحدد كيف ستفي بهذه المتطلبات .
- **سياسة الصحة المهنية و السلامة (OH&S Policy):** يجب على الإدارة العليا أن تحدد و تعتمد سياسة السلامة والصحة المهنية للمنظمة و تتأكد من أنها مطابقة لمتطلبات نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية التالية:
  - ✓ مناسبة لطبيعة وحجم المخاطر المحتملة للسلامة والصحة المهنية بالمنظمة.
  - ✓ تحتوي علي الالتزام بمنع الأذى و الإمراض الصحية و التحسين المستمر لنظام إدارة السلامة و الصحة المهنية و أدائه.
  - ✓ تحتوي علي الاقل الالتزام بالمتطلبات القانونية والمتطلبات الاخري ذات العلاقة بمصادر الخط للسلامة و الصحة المهنية الموجودة بالمنظمة.
  - ✓ توفر إطار لوضع و مراجعة أهداف السلامة و الصحة المهنية.
  - ✓ موثقة ، مطبقة ويتم صيانتها .
  - ✓ موصلة لجميع العاملين الذين هم تحت سيطرة المنظمة بنية توعيتهم بالتزاماتهم الفردية تجاه السلامة والصحة المهنية.
  - ✓ متاحة للجهات المعنية.
  - ✓ يتم مراجعتها بصفة دورية للتأكد من أنها مازالت مناسبة و ذات صلة بالمنظمة.

❑ التخطيط (Planning):

- **تحديد مصادر الخطر وتقييم المخاطر و تحديد الضوابط**

(Hazard Identification, risk Assessment and determining control).

منهج المنظمة في تحديد مصادر الخطر وتقييم المخاطر المحتملة يجب أن يكون معرفا واضاعا في الاعتبار المجال والطبيعة والتوقيتات للتأكد من أنها وقائية وليست تصحيحية وأن يمد بتحديد و تصنيف و توثيق هذه المخاطر و تطبيق الضوابط. ويجب أن تقوم المنظمة بإنشاء و تطبيق وصيانة إجراء لتحديد مصادر الخطر و تقييم المخاطر و تحديد الضوابط اللازمة. يجب أن يُأخذ التالي في الحسبان النقاط التالية :

- ✓ الأنشطة الروتينية وغير الروتينية.
- ✓ أنشطة جميع الأفراد المصرح لهم بدخول مواقع العمل شاملة المقاولين والزائرين.
- ✓ السلوك البشري و القدرات و العوامل البشرية الأخرى.
- ✓ مصادر الخطر المحددة خارج مواقع العمل و التي لها تأثير سلبي على صحة و سلامة العاملين الذين هم تحت سيطرة المنظمة و داخل مواقع العمل.
- ✓ مصادر الخطر المجاورة لمواقع العمل وذات العلاقة بأنشطة العمل وتحت سيطرة المنظمة.
- ✓ البنية التحتية و المعدات و الخامات الموجودة بمواقع العمل سواءً كانت موردة بواسطة المنظمة أو بواسطة غيرها.
- ✓ التغيرات أو التغيرات المقترحة في المنظمة أو أنشطتها أو الخامات.
- ✓ تعد يلات نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية شاملة التغييرات المؤقتة و تأثيراتها على العمليات و الأنشطة.
- ✓ أي التزامات قانونية ذات علاقة بتقييم المخاطر و تطبيق ضوابط ضرورية.
- ✓ تصميم مساحات العمل و العمليات و التجهيزات و المعدات و إجراءات التشغيل وتنظيمات العمل شاملة تأهيلها للقدرات البشرية.

يجب التأكد من أن نتائج التقييم قد تم أخذها في الإعتبار عند تحديد الضوابط، أوأخذ التغيرات في الإعتبار مع الضوابط المطبقة يجب الإهتمام بتقليل المخاطر تبعا للتسلسل التالي :

- ✓ الإزالة.
- ✓ الإبدال.
- ✓ الضوابط الهندسية.
- ✓ العلامات و الإرشادات و/أو الضوابط الإدارية.
- ✓ معدات الوقاية الشخصية.

❑ **المتطلبات القانونية والمتطلبات الأخرى (Legal and Other Requirements):**

يجب على المنظمة أن تقوم بإنشاء وتطبيق وصيانة إجراءات لتحديد وتسهيل الوصول الى متطلبات السلامة والصحة المهنية القانونية والأخرى والمطبقة على المنظمة وأن تحتفظ بهذة المعلومات محدثة وأن توصلها للعاملين بالمنظمة والجهات المعنية الأخرى.

❑ **الأهداف و البرامج (Objectives and programs):**

يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء و تطبيق وصيانة أهداف للسلامة والصحة المهنية لكل الوظائف والمستويات داخل المنظمة، يجب أن تكون الأهداف قابلة للقياس كلما أمكن و متوافقة مع سياسة السلامة و الصحة المهنية و مشتملة على الالتزام بمنع الأذي و الإمراض الصحي و للتطابق مع متطلبات السلامة و الصحة المهنية القانونية و الأخرى الملزمة للمنظمة و بالتحسين المستمر.

عند إنشاء ومراجعة المنظمة لأهدافها , يجب أن تضع المنظمة في الاعتبار متطلبات السلامة و الصحة المهنية القانونية و الأخرى الملزمة لها و كذلك مخاطر السلامة و الصحة المهنية ويجب أن تأخذ في إعتبار أيضاً الاختيارات التكنولوجية و متطلبات التمويل والتشغيل و العمل ووجهات نظر الجهات المعنية.

يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء و تطبيق وصيانة برامج لتحقيق أهدافها. و يجب أن تشتمل هذه البرامج على الأقل على التالي:

- ✓ -تحديد المسئوليات والسلطات لتحقيق الأهداف للوظائف والمستويات للمنظمة.
- ✓ -الوسائل و الإطار الزمني الذي يجب أن تتحقيق به الأهداف.

❑ **التطبيق والتشغيل (Implementation and Operation):**

- **إدارة الموارد والأدوار والمسئوليات**

يجب على الإدارة العليا أن تلزم نفسها بمسئوليات محددة تجاه السلامة و الصحة المهنية و نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية، و أن تبرهن على إلتزامها عن طريق الآتي:

- ✓ التأكد من توفر الموارد اللازمة لإنشاء و تطبيق و صيانة و تحسين نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية.
- ✓ تحدد الأدوار و المسؤوليات و المحاسبيات و تفويض السلطات لتسهيل عمل نظام إدارة فعال للسلامة و الصحة المهنية، كما يجب أن تكون الأدوار و المسؤوليات و السلطات موثقة و معلنة.

- **الكفاءة و التدريب و التوعية(Competence, Training and Awareness):**

يجب على المنظمة أن تتأكد من أن أى فرد يؤدى أنشطة تحت مسؤوليتها يمكن أن تؤثر على السلامة والصحة المهنية لدية القدر الكافى من التعلم والتدريب والخبرة وأن تحافظ على السجلات الدالة على ذلك، وأن تحدد الإحتياجات التدريبية المناسبة وتتأكد من أن العاملين في كل وظيفة لديهم الوعي بالاساسيات الاتية :

- ✓ عواقب السلامة والصحة المهنية ،الواقعة أو الكامنة لأنشطة أعمالهم وسلوكياتهم وفوائد النظام للأداء المحسن للأفراد.
- ✓ أهمية التطابق مع سياسة الصحة المهنية والسلامة والإجراءت , و متطلبات نظام إدارة الصحة المهنية والسلامة
- ✓ نتيجة العواقب الكامنة الحيود عن الإجراءات المحددة.
- ✓ أدوارهم ومسؤولياتهم ومتطلبات الإستعداد ورد الفعل للطوارئ.

- **الاتصالات (Communication):**

إهتماما بمخاطر السلامة والصحة المهنية وبنظام إدارة السلامة والصحة المهنية يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وتطبيق وصيانة إجراءات (الإتصال الداخلي بين جميع الوظائف و المستويات المختلفة داخل المنظمة، الإتصال بجميع المقاولين و الزائرين لمواقع العمل، إستلام و توثيق و الإستجابة للإتصالات الجهات المعنية الخارجية).

- **المشاركات و الاستشارات (Participation and consultation):**

يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات لمشاركة جميع العاملين في (المشاركة في تحديد مصادر الخطر و تقييم المخاطر و تحديد الضوابط، في المشاركة تحقيقات الحوادث، المشاركة في تطوير سياسة و أهداف السلامة و الصحة المهنية، تقديم استشارة عندما يكون هناك أي تغيير يؤثر على السلامة و الصحة المهنية، التمثيل فيما يخص السلامة و الصحة المهنية) وإبلاغهم بتنظيمات مشاركتهم وتعريفهم بممثليهم والتشاور مع المقاولين عندما يكون هناك تغيرات تؤثر على السلامة والصحة المهنية الخاصة بهم والتأكد كلما أمكن أن جميع الجهات الخارجية قد تم استشارتها .

- **التوثيق (Documentation):**

يتناسب حجم التوثيق مع مستوى التعقيد ومصادر الخطر و المخاطر المأخوذة في الإعتبار و يجب أن تكون في أقل حدود ممكنة لضمان الفاعلية و الكفاءة ويجب أن تشمل وثائق إدارة السلامة و الصحة المهنية على الأتي :

- ✓ سياسة السلامة و الصحة المهنية وأهدافها.
- ✓ وصف مجال نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية.
- ✓ وصف العناصر الرئيسية لنظام إدارة السلامة و الصحة المهنية و تداخلاتها و الإشارة إلى وثائقها المرجعية.
- ✓ لوثائق المطلوبة في هذه المواصفة القياسية الدولية شاملة السجلات.
- ✓ الوثائق التي تحتاجها المنشأة لضمان التخطيط والتشغيل والضبط الفاعل لعملياتها ذات العلاقة بمخاطرالسلامة و الصحة المهنية شاملة السجلات .

- **ضبط الوثائق (Control of documents):** يجب ضبط الوثائق المطلوبة لنظام إدارة السلامة والصحة المهنية بالسجلات هي نوع خاص من الوثائق يجب ضبطها طبقاً لمتطلبات حفظ السجلات وتحديد الضوابط الضرورية لتحقيق الاهداف التالية:

  - ✓ اعتماد الوثائق للملائمة قبل إصدارها.
  - ✓ مراجعة وتحديث الوثائق عند الضرورة وإعادة اعتمادها.
  - ✓ التأكد من تمييز التعديلات والمراجعات السارية للوثائق.
  - ✓ التأكد من أن الإصدارات المناسبة للوثائق المطبقة موجودة في أماكن استخدامها.
  - ✓ التأكد من أن الوثائق واضحة ومقروءة ويمكن تمييزها.
  - ✓ ضمان تمييز الوثائق خارجية المصدر و اللازمة لتخطيط و تطبيق نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية والتحكم في أسلوب توزيعها.
  - ✓ منع الاستخدام غير المقصود للوثائق الملغاة وإتباع أسلوب مناسب لتمييزها في حالة الحاجة للتحفظ عليها لأي سبب.

- **ضبط العمليات (Operational Control):** يجب تحديد العمليات والأنشطة المتعلقة بمصادر الخطر والتي تحتاج لتطبيق ضوابط ضرورية لإدارة مخاطر السلامة و الصحة المهنية، يجب أن يشتمل ذلك على إدارة التغيروأن تقوم المنظمة بتنفيذ و صيانة العمليات و الأنشطة التالية:

  - ✓ ضوابط التشغيل القابلة للتطبيق داخل المنظمة. و يجب على المنظمة أن تدمج هذه الضوابط مع النظام الكلي لإدارةالسلامة و الصحة المهنية.
  - ✓ الضوابط الخاصة بالمشتريات و المعدات و الخدمات.
  - ✓ الضوابط الخاصة بالمقاولين و زائري موقع العمل.
  - ✓ إجراءات موثقة لتغطية المواقف التي قد يؤدي غياب هذه الإجراءات فيها الي الإنحراف عن سياسة وأهداف السلامة والصحة المهنية.
  - ✓ اشتراط معايير التشغيل التي قد يؤدي غيابها الي الإنحراف عن سياسة وأهداف السلامة و الصحة المهنية.

- **الإعدادات ورد الفعل للطوارئ (Emergency preparedness and response) :**

يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات:

- ✓ تحديد حالات الطوارئ المحتملة.
- ✓ مواجهة هذه الحالات المحتملة.

يجب على المنظمة ان تتصدى لحالات الطورئ الفعلية و تمنع أو تقلل من عواقبها السلبية على السلامة و الصحة المهنية.وعند تخطيط الإستجابة لحالات الطوارئ تأخذ في الإعتبار إحتياجات الجهات المعنية مثل خدمات الطوارئ والجيران ، القيام بصفة دورية باختبار إجراءات مواجهة حالات الطوارئ بمشاركة الجهات المعنية كما يجب أن تقوم ايضا بصفة دورية بمراجعة إجراءات الإستعداد و الإستجابة لحالات الطوارئ خاصة بعد اختبارها أو وقوع حالات طوارئ فعلية .

- **التحقق (Checking):**

•قياس ورصد الأداء (Performance measurement and monitoring):

يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات لمراقبة و قياس أداء السلامة و الصحة المهنية في فترات منتظمة وهذه الإجراءات يجب أن تمد بالتالي :-

- ✓ -القياسات الكيفية و الكمية المناسبة لاحتياجات المنظمة.
- ✓ -مراقبة مدي تحقق أهداف السلامة و الصحة المهنية.
- ✓ -مراقبة فعالية الضوابط (للصحة كما للأمان).
- ✓ -القياسات الوقائية للأداء والتي تراقب التطابق مع برامج السلامة و الصحة المهنية و الضوابط و معايير التشغيل.
- ✓ -المتطلبات التشريعية والمتطلبات الأخري .
- ✓ -القياسات التصحيحية للأداء التي تراقب الأمراض الصحية والحوادث والدلائل التاريخية الأداء الضعيف للسلامة والصحة المهنية
- ✓ -تسجيل بيانات ونتائج المراقبة والقياس الكافية لتسهيل تحليل الإجراءات التصحيحية والوقائية اللاحقة.
- ✓ -إذا كانت هناك معدات مطلوبة لمراقبة وقياس الأداء فيجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وصيانة إجراءات لمعايرة وصيانة هذه المعدات كلما أمكن و يجب أن يتم الاحتفاظ بتسجيلات أنشطة ونتائج المعايرة والصيانة.

- **تقييم المطابقة (Evaluation of compliance):**

بالتوافق مع التزام المنظمة يجب أن تقوم بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات لتقييم المطابقة مع المتطلبات القانونية و أن تحافظ على السجلات الدالة على تقييم المطابقة مع المتطلبات القانونية ويمكن أن تختلف فترات التقييم من مطلب قانوني إلى آخر كما يجب على المنظمة أن تقيم المطابقة مع المتطلبات الأخرى الملزمة لها يمكندمج تقييم التطابق مع المتطلبات القانونية والمتطلبات الأخرى في نفس الإجراءات أو تنشئ إجراءات منفصلة لكل منهما.

- **تحقيقات الحوادث وعدم المطابقة**

- **تحقيقات الحوادث(Incident investigation):**

يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات لتسجيل و التحقيق في و تحليل الحوادث بهدف :

- ✓ تحدد نقاط الضعف في السلامة و الصحة المهنية و التي قد تؤدي أو تسهم في وقوع حوادث.
- ✓ تحديد الحاجة لأفعال تصحيحية.
- ✓ تحديد الحاجة لأفعال وقائية.
- ✓ تحديد فرص التحسين المستمر.
- ✓ توصيل نتائج التحقيقات إلى المعنيين.

يجب أن تنفذ التحقيقات في إطار زمني محدد،أي تحديد لفعل وقائي أو فرصة لفعل وقائي يجب أن تتم طبقاً لماهو وارد بالمتطلبات كما يجب المحافظة على نتائج ووثائق التحقيق.

- **عدم المطابقة والإجراءات التصحيحية Non-conformance and Corrective and Preventive Action):**

يجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات تهتم بحالات عدم المطابقة الفعلية والمحتملة و لإتخاذ الأفعال التصحيحية و الوقائية .كما يجب أن يحدد الإجراء المتطلبات اللازمة:

- ✓ تحديد و تصحيح حالات عدم المطابقة و اتخاذ الأفعال التي تقلل من عواقبها على السلامة و الصحة المهنية.
- ✓ التحقيق في حالات عدم المطابقة و تحديد أسبابها و اتخاذ الأفعال التي تمنع تكرارها.
- ✓ تقييم الحاجة للأفعال التي تمنع وقوع حالات عدم المطابقة و تنفيذ الأفعال المناسبة لتجنب حدوثها.
- ✓ تسجيل نتائج الأفعال التصحيحية و الوقائية المتخذة و توصيلها للمعنيين .
- ✓ مراجعة فعالية الأفعال التصحيحية و الوقائية المتخذة.
- ✓ عندما يسفر الفعل التصحيحي أو الوقائي عن مصدر خطر جديد أو تغير في مصدر خطر قديم أو تغيير أو استحداث ضوابط فيجب أن ينص الإجراء على عدم تنفيذ ذلك الفعل إلا بعد تقييم المخاطر الناشئة عنه.
- ✓ اي افعال تصحيحية أو وقائية متخذة لإزالة اسباب عدم المطابقة الفعلية أو المحتملة يجب أن تكون مناسبة للمشكلات وتتكافأ مع مخاطر السلام و الصحة المهنية الناتجة .
- ✓ يجب أن تتأكد المنظمة من أن أي تغييرات ضرورية ناشئة عن تطبيق الأفعال التصحيحية والوقائية قد تمت بوثائق بنظام إدارة السلامة و الصحة المهنية.

- **حفظ السجلات (Control of records):**

يجب على المنظمة أن تنشئ و تحافظ على السجلات التي تدل على التطابق مع متطلبات مواصفة نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية و متطلبات هذه المواصفة و النتائج المحققة، تقوم بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات لتتمييز و تخزين و حماية و استرجاع و حفظ و التخلص من السجلات. يجب أن تكون السجلات سهلة القراءة ، مميزة و تمكن من تتبع الأنشطة المتعلقة بها.

- **التدقيق الداخلي (Internal audit):**

يجب أن تتأكد المنظمة من أن مراجعات نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية تتم على فترات مخططة وذلك بهدف :

- ✓ التأكد من أن نظام إدارة السلامة و الصحة المهنية (يطابق الترتيبات المخططة شاملا متطلبات هذه المواصفة ، يتم تطبيقه بصورة صحيحة ويتم المحافظةعليه ، فعال في الوفاء بسياسة وأهدف المنظمة) .
- ✓ الإمداد بمعلومات عن نتائج المراجعات لمراجعة للإدارة.
- ✓ برنامج المراجعات الداخلية يجب أن يتم تخطيطه و إنشائه و تنفيذه و صيانته بواسطة المنظمة إستناداً على تقييم المخاطر الخاصة بأنشطة المنظمة و نتائج المراجعات السابقة.ويجب أن تقوم المنظمة بإنشاء وتطبيق و صيانة إجراءات للمراجعة الداخلية يحدد:
- ✓ المسؤوليات و الكفاءات و متطلبات تخطيط و تنفيذ المراجعات و التقارير و السجلات المصاحبة لها.
- ✓ تحديد معايير التدقيق و مجال و تكرار و طرق التدقيق.
- ✓ إختيار المدققين و تنفيذ عملية المراجعة يجب أن يتمتع بالموضوعية و الحيادية.

- **مراجعة الإدارة Management Review**

يجب أن تقوم الإدارة العليا على فترات محددة بمراجعة نظام إدارة السلامة والصحة المهنية للتأكد من استمراريته وملاءمته وكفاءته وفاعليته ويجب أن تشمل المراجعة تقييم فرص التحسين وتقييم الحاجة للتغيير شاملة السياسات والاهداف ومدخلات مراجعة الإدارة تشتمل الآتي:

- ✓ نتائج التدقيق الداخلي و تقييم التطابق مع المتطلبات القانونية و المتطلبات الأخرى الملزمة للمنظمة.
- ✓ نتائج المشاركات و الإستشارات.
- ✓ الإتصالات بالجهات الخارجية المعنية شاملة الشكاوى.
- ✓ أداء السلامة و الصحة المهنية للمنظمة.
- ✓ مدى تحقق الأهداف.
- ✓ موقف تحقيقات الحوادث و الأفعال التصحيحية و الوقائية.
- ✓ متابعة تنفيذ قرارات المراجعة السابقة.
- ✓ التغيرات المحيطة متضمنة تغيرات المتطلبات القانونية و الأخرى ذات الصلة بالسلامة الصحة المهنية.
- ✓ نتائج مراجعة الإدارة يجب أن تكون متاحة للإتصالات و الإستشارات و تتوافق مع الإلتزام بالتحسين المستمر، وأن تحتوي على القرارات و الأفعال الممكنة بهدف:
- ✓ أداء السلامة و الصحة المهنية.
- ✓ سياسة و أهداف السلامة و الصحة المهنية.
- ✓ إدارة الموارد والعناصر الأخرى لنظام إدارة السلامة و الصحة المهنية

الخلاصة:

تبني نهج الإنتاج الأنظف في العمليات الصناعية له فوائد كثيرة، فمن الناحية الاقتصادية يساهم في تخفيض التكاليف المتعلقة بعمليات الإنتاج من خلال ترشيد استهلاك الطاقة والمياه والمواد الأولية. وأما الناحية البيئية فيرتبط أسلوب الإنتاج الأنظف ارتباطاً وثيقاً بالتكنولوجية البيئية التي يؤدي تطبيقها إلى تخفيض نوعية وكمية الملوثات والتخلص منها بطرق سليمة وآمنة، وخفض تأثيرات المنتجات والعمليات الصناعية على البيئة والصحة، والتقليل من المخاطر والحوادث الصناعية.

تقدر كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من صناعة الحديد والصلب في الوقت الحالي بنحو 1.83 طن لكل طن من الصلب المنتج. ويمكن أن يصبح استخدام الهيدروجين الأخضر في الأفران الكهربائية لإنتاج الحديد المختزل – والتي تستخرج الحديد من الخام دون استخدام الفحم المتبع في الأساليب التقليدية – المسار الأساسي نحو إنتاج الصلب ذي الانبعاثات الصفرية. ومن المتوقع أن يصبح الإنتاج التجاري باستخدام هذه الطريقة البديلة ممكنا بحلول عام 2024، وأن يصبح إنتاج الحديد المختزل بديلا لعملية استخراج الحديد التقليدية بحلول 2030 من أجل الوصول بالصناعة إلى صفرية الانبعاثات. وتحتاج عملية إعادة تدوير الصلب أيضا إلى تحقيق نمو بنسبة 45% على الأقل بحلول عام 2050.

وفي هذا الدليل تم استعراض الملوثات الناتجة من مصانع الحديد والصلب والقاء نظرة عامة على تلوث الهواء والماء والنفايات الصلبة والمصادر الرئيسية للتلوث البيئي في صناعة الحديد والصلب. واستعراض وسائل الحد منها وتقنيات لعلاج النفايات (الهواء والماء والصلبة) الناتجة عن هذه الصناعة بما في ذلك مكافحة التلوث في كل مرحلة من مراحل الإنتاج وتطبيق مبادئ الانتاج الانظف للمحافظة على المواد الأولية والطاقة والماء من خلال تحسين كفاءة التصنيع واجتناب إنتاج نفايات في كل مرحلة من عملية التصنيع وخفض مستوى الإنبعاثات والتصريفات في مواقع الإنتاج.

وعلى مستوى صناعة الصلب العربية يجب البدء في أهداف قصيرة المدى وأهداف طويلة الأجل التي تحتاج قرارات إستراتيجية نحو تحول مجدي اقتصاديًا ومحايد للمناخ الذي يتطلب عمل منظومة متكاملة لهذه الصناعة الحيوية لأي اقتصاد من المنبع إلى المستخدم الأخير وتضافر جهود الشركات والمستثمرين وصناع القرار السياسي لإيجاد حلول فعالة لتقليل انبعاثات الكربون من هذه الصناعة ، دون نسيان جزء التمويل ، الذي يلعب دورًا حاسمًا في تنفيذ هذه السياسة

مصطلحات ومفاهيم مستخدمة فى صناعة الحديد و الصلب:

- **الحديد الاسفنجي:** حديد ذو نقاوة مرتفعة تم الحصول عليه عن طريق اختزال خام الحديد، و يستخدم كبديل للخردة التى قد تكون مرتفعة السعر فى عمليات صناعة الصلب باستخدام فرن القوس الكهربائى. وهو يمكِن المصانع صغيرة الحجم من الاستغناء عن وجود الأفران اللافحة (العالية).

- **ألواح الصلب:**مسطحات مدرفلة من الصلب يزيد عرضها عن 12 بوصة وبسُمك أقل من صفائح الصلب.

- **إنتاج شرائط الصلب المدمج :** هى تكنولوجيا فريدة من نوعها استحدثت فى الثمانينات من القرن العشرين بواسطة مجموعة SMSالألمانية ليتم استخدامها فى صب ودرفلة البلاطات الرقيقة على الساخن. وبخلاف المصانع التقليدية للدرفلة والتى يعتبر فيها عمليتا الصب والدرفلة عمليتين منفصلتين، توفر هذه التكنولوجيا الحديثة خط إنتاج مدمجاً وأقل تعقيداً من خلال الدمج بين عمليتى صب بلاطات الصلب الرقيقة والدرفلة على الساخن فى عملية واحدة متصلة.

- **الاختزال المباشر:**تحويل خام الحديد إلى حديد دون الحاجة إلى الوصول لدرجة حرارة انصهار الحديد؛ حيث لا يتطلب الأمر استخدام الفرن اللافح (العالى). وتتم عملية إزالة الأكسجين من كتل أو مكورات خام الحديد بواسطة الغازات المختزلة، مثل أول أكسيد الكربون والهيدروجين، فى حين يحتفظ خام الحديد بصورته الصلبة وبالتالى يتم الحصول على حديد مختزل بالطريقة المباشرة فى حالة أنقى من حالته الخام.

- **البوتقة:**وعاء أسطوانى كبير يتم فيه صب الصلب المصهور القادم من وحدات صناعة الصلب (على سبيل المثال: فرن القوس الكهربائى). ومن الممكن أن يتم المزيد من المعالجة الميتالورجية والحرارية للصلب فى هذه البوتقة قبل توصيلها إلى ماكينة الصب.

- **البوتقة الوسيطة:**هو الوعاء الوسيط المستخدم فى نقل الصلب المصهور من البوتقة إلى القوالب بشكل متساوى وبمعدل تدفق محدد وحرارة معينة دون التسبب فى تلوث الصلب بواسطة الشوائب. يساعد هذا الوعاء على إمكانية تنفيذ عملية الصب المستمر بوصفه مستودع للصلب السائل خلال فترات تغيير البوتقة مع إمكانية الاستمرار فى صب الصلب المصهور فى القوالب.

- **الجير المحروق:**نتاج حرق (كلسنة) الحجر الجيرى اللازم لتكوين الخبث أثناء عملية صهر الصلب.

➢ مصطلحات ومفاهيم مستخدمة فى صناعة الحديد و الصلب:

- **الفرن اللافخ (العالى):** فرن يستخدم فى العمليات المتكاملة التقليدية لصناعة الصلب والذى يتم بداخله تفاعل الفحم مع خام الحديد نتيجة تدفق الهواء الساخن للحصول على المعدن السائل. ويمكن توصيف هذا الفرن بشكل أساسى بالأسطوانة كبيرة الحجم ومبطنة بطوب حرارى عازل للحرارة.
- **بلاطات الصلب:**منتجات شبه نهائية عريضة الشكل تم الحصول عليها بواسطة صب القوالب المنفصلة أو بواسطة عملية الصب المستمر. تُصنَع مسطحات الصلب من هذه البلاطات.
- **حديد التسليح:**صنف من أصناف منتجات الصلب تستخدم لتقوية الخرسانة فى البناء.
- **حزم (طرود) الصلب:** مجموعة من قضبان الصلب أو مسطحات الصلب يتم ترتيبها وربطها معاً لتسهيل تداولهم.
- **خام الحديد:** المادة الخام الأساسية فى صناعة الصلب والتى من الممكن أن تأتى فى صورة كتل من الحديد (أى فى الصورة التى تم استخرجها من المناجم) أو فى صورة مكورات خام الحديد بعد تعرضها إلى مزيد من عمليات التصنيع والمعالجة.
- **خردة الحديد:** خردة المواد التى تحتوى بشكل أساسى على الحديد.
- **خط الدرفلة:**خط إنتاج يقوم بتحويل شكل ومقاسات منتجات الصلب شبه النهائية أو الوسيطة عن طريق تمرير هذه المنتجات بين مجموعة من الدرافيل للوصول إلى المنتج بالسُمك أو القطر المطلوب.
- **خط المعالجة الكيميائية:** الخط المستخدم فى إزالة طبقة أكسيد الحديد الخارجية من على سطح اللفائف المدرفلة على الساخن من خلال تمريرها فى أحواض بها حامض الهيدروكلوريك.
- **خط الشق الطولى:** الخط الذى يتم فيه فك لفائف مسطحات الصلب وتقطيعها طولياً للحصول على لفائف أقل عرضاً.
- **خط القطع العرضى:** الخط الذى يتم فيه فك لفائف مسطحات الصلب وتقطيعها عرضياً للحصول على ألواح مستطيلة. يتم بعد ذلك ترتيب الألواح وربطها فى صورة حزم.
- **خط القطع العرضى الخفيف:** الخط الذى يتم فيه فك لفائف مسطحات الصلب ذات السمك الرقيق نسبياً (على سبيل المثال: حتى 5.0 مم) وتقطيعها إلى ألواح.
- **خط القطع العرضى الثقيل:** الخط الذى يتم فيه فك لفائف مسطحات الصلب ذات السمك المرتفع نسبياً (على سبيل المثال: أكثر من 5.0 مم) وتقطيعها إلى ألواح.

➢ مصطلحات ومفاهيم مستخدمة فى صناعة الحديد و الصلب:

- **الفرن اللافح (العالى):** فرن يستخدم فى العمليات المتكاملة التقليدية لصناعة الصلب والذى يتم بداخله تفاعل الفحم مع خام الحديد نتيجة تدفق الهواء الساخن للحصول على المعدن السائل. ويمكن توصيف هذا الفرن بشكل أساسى بالأسطوانة كبيرة الحجم ومبطنة بطوب حرارى عازل للحرارة.
- **رتب الصلب:** تتسم كل رتبة من رتب الصلب بمجموعة خصائص معينة: الخصائص الميكانيكية (مقاومة الشد، إجهاد الخضوع، والاستطالة) والخصائص الفيزيائية و/أو الخصائص الكيميائية (نسبة الكربون، مستوى الشوائب، ونسبة العناصر السبائكية).
- **زمن الصبة:**الوقت المستغرق بين بداية صب صبة من فرن القوس الكهربائى وبداية صب الصبة التالية.
- **سبائك الصلب:**مادة مكونة من معدنين أو أكثر، أو من مادة معدنية وأخرى غير معدنية، تنصهران معاً. فى حالة صناعة الصلب، يتم إضافة عناصر مثل النيكل والبورون والفناديوم إلى الصلب لتحسين خصائص معينة مثل الطواعية والقوة والليونة والاستطالة.
- **سبائك الحديد:** منتج معدنى يستخدم عادة كمادة مضافة فى صناعة الصلب، ويكون غنياً بعنصر واحد على الأقل من العناصر السبائكية (مثل: المنجنيز والسيليكون والكروم) إلى جانب الحديد. يتم استخدامه كعامل مساعد فى بعض مراحل إنتاج الصلب مثل: إزالة الأكسدة وإزالة الكبريت بالإضافة لمساهمته فى إضافة القوة والمتانة للصلب. أمثلة: سبائك (الحديد - المنجنيز) و(الحديد – السيليكون) و(الحديد – الكروم).
- **شرائط الصلب:**منتجات مدرفلة من المسطحات يقل عرضها عن ألواح الصلب، وعادة ما يتم إنتاجها بسمك ذو نسبة تفاوت ضئيلة.
- **صفائح الصلب:**مسطحات مدرفلة من بلاطات الصلب أو قوالب الصلب وبسُمك أكبر من ألواح وشرائط الصلب
- **عملية الصب المستمر:**هى عملية تجميد الصلب المصهور فى شكل عروق ممتدة بدلاً من قوالب منفردة. يُصَب الصلب المصهور فى قوالب مفتوحة القاع ومبردة بالماء. وبينما يمر الصلب المصهور داخل هذه القوالب، تبدأ القشرة الخارجية فى التصلب. وبعد انتهاء المرور على هذه القوالب، يتم رش الماء على العروق مباشرةً مما يساعد على اكتمال عملية التصلب للمقطع العرضى لبلاطات ومربعات الصلب.
- **فرن البوتقة:** وحدة وسيطة لمعالجة الصلب والتى تقوم بمزيد من المعالجة الكيميائية والحرارية للصلب المصهور أثناء وجوده بالبوتقة. وتأتى خطوة المعالجة الميتالورجية للصلب بعد صهر وتنقية الصلب فى فرن القوس الكهربائى أو فرن الأكسجين ولكن قبل البدء فى عملية الصب المستمر.

➢ مصطلحات ومفاهيم مستخدمة فى صناعة الحديد و الصلب:

- **أقطاب الجرافيت:**الأقطاب الموصلة للكهرباء فى فرن القوس الكهربائى لتوليد القوس الكهربى ذو الحرارة الفائقة والتى تتسبب فى انصهار الشحنة الحديدية (الخردة و/أو الحديد المختزل المباشر).
- **الحجر الجيرى:** المادة المُكوّنة طبيعياً فى صورة كربونات الكالسيوم الموجودة فى المحاجر، وهى مادة تستخدم فى صناعة الصلب (إما فى حالتها الأصلية أو بعد تحويلها لجير محروق) لتنقية الصلب من الشوائب. يستخدم أيضاً فى بعض الأحيان الحجر الجيرى الغنى بالماغنيسيوم، والذى يطلق عليه الدولوميت، فى عملية التنقية.
- **الخبث:** منتج ثانوى ناتج عن انصهار المواد الغنية بالحديد (مثل الحديد المختزل المباشر أو الخردة) مع الحجر الجيرى أو الجير المحروق وهو ما يطفو على سطح الصلب السائل. يتم عادةً إعادة تدوير الخبث البارد المعالَج لعمل المواد الخرسانية وطبقات بناء ورصف الطرق.
- **الدرفلة على البارد:** تمرير ألواح أو شرائط الصلب - والتى تم درفلتها ومعالجتها على الساخن مسبقاً - من خلال درافيل على البارد، حيث تكون درجة حرارة المعدن أقل من درجة حرارة التليين. تؤدى عملية الدرفلة على البارد إلى جعل المنتجات المدرفَلة أقل سمكاً وأكثر قوة مما كانت عليه مسبقاً فى حال درفلتها على الساخن فقط.
- **الدرفلة على الساخن:** درفلة منتجات الصلب شبه النهائية (مربعات الصلب أو بلاطات الصلب) بعد تسخينها لتحويلها إلى أطوال أو مسطحات الصلب.
- **الصب:**صب الحديد المصهور من فرن الصهر إلى البوتقة.
- **الصبة:** تسمى دُفعة (أو تشغيلة) الإنتاج المستخدمة فى مصانع الصلب (على سبيل المثال: فرن القوس الكهربائى) بـ "الصبة". وكل صبة تتسم بتكوينها الكيميائى الخاص وفقاً لرتبة الصلب المستهدفة.
- **الصب والدرفلة المرنة لمربعات الصلب الرقيقة:** ماكينة صب البلاطات الرقيقة وهى تجمع بين عمليتى الصب والدرفلة لمسطحات الصلب فى خط واحد غير منفصل، وذلك بخلاف وحدات الدرفلة التقليدية والتى يتم فيها عمليتا الصب والدرفلة بشكل مستقل ومنفصل.
- **الصلب الخام:**الصلب فى صورته الصلبة الأولية بعد الانصهار، والتى تقبل مزيد من العمليات التصنيعية أو البيع.
- **الصلب الكربونى:**الصلب الكربونى هو نتاج الجمع بين الحديد والكربون. ويحتوى على كميات ضئيلة من العناصر السبائكية ويمثل 90% من إجمالى إنتاج الصلب، تعتمد خصائص الصلب الكربونى على نسبة الكربون الموجودة به.

➢ مصطلحات ومفاهيم مستخدمة فى صناعة الحديد و الصلب:

- **فرن القوس الكهربائى:** هو فرن يستخدم عادة لإنتاج الصلب مستخدماً الخردة والحديد المختزل المباشر. بمجرد تغذية الفرن وتغطيته، يتم إنزال أقطاب الجرافيت من خلال فتحات فى السقف، حيث يُولد القوس الكهربائى المنبعث بين الأقطاب الكهربائية والشحنة المعدنية حرارة فائقة تقوم بصهر الخردة والحديد المختزل المباشر. يمكن إضافة بعض العناصر السبائكية خلال هذه العملية أو لاحقاً فى حالة استخدام فرن البوتقة.
- **كتل الحديد الخام:** خام الحديد ذو الشكل غير المنتظم ويأتى فى الشكل الأصلى الذى تم استخراجه عليه من المناجم دون أى معالجة.
- **كلسنة الجير:** عملية حرق الحجر الجيرى أو الدولوميت للحصول على جير أو دولوميت محروق.
- **لفائف الأسلاك:** لفائف قضبان الصلب ذات قُطر يصل إلى 18.5 مم، وتستخدم بصفة أساسية فى التشييد والبناء وفى تصنيع الأسلاك والمسامير.
- **لفائف الصلب:** منتج نهائى من الأطوال أو المسطحات، مثل لفائف حديد التسليح أو شرائط الصلب والتى يتم لفها بعد انتهاء مرحلة الدرفلة.
- **لفائف الصلب المدرفلة على البارد:** منتجات مدرفلة من المسطحات والتى يتم التحكم فى السُمك المطلوب منها من خلال درفلتها فى درجة حرارة الغرفة.
- **لفائف الصلب المدرفلة على الساخن:** منتجات الصلب المسطح والتى تصل إلى السمك النهائى المطلوب من خلال درفلتها على الساخن عند درجات حرارة عالية.
- **ماكينة الصب:** ماكينة تستخدم فى قولبة الصلب السائل إلى صورته الصلبة الأولية: بلاطات الصلب ومربعات الصلب وهما منتجات شبه نهائية يتم درفلتها لاحقاً إلى منتجات نهائية
- **مربعات (عروق) الصلب** منتج شبه نهائى للصلب يتميز بمقطع عرضى مربع ويأتى فى أطوال مختلفة. ويعد هذا المنتج نتاج عملية الصب والتى يتم فيها تحويل الصلب المصهور من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة عن طريق التبريد. تتعرض مربعات الصلب إلى مرحلة أخرى من التصنيع وهى الدرفلة للحصول على منتجات نهائية من الأطوال مثل حديد التسليح ولفائف أسلاك الصلب.
- **مسطحات الصلب:** مجموعة من المنتجات ذات السطح المستوى. وتشمل ألواح وشرائط الصلب والتى إما يتم درفلتها على الساخن من بلاطات الصلب أو درفلتها على البارد من لفائف مدرفلة مسبقاً على الساخن.
- **مصنع الاختزال المباشر:** المصنع الذى يقوم باختزال خام الحديد للوصول به إلى الحديد المختزل المباشر. (أنظر "الاختزال المباشر" و"الحديد المختزل المباشر").

➢ مصطلحات ومفاهيم مستخدمة فى صناعة الحديد و الصلب:

- ❑ **مصنع شرائط الصلب المدرفلة على الساخن:** يتم فى هذه المصانع درفلة بلاطات الصلب القادمة من الصب المستمر إلى شرائط الصلب ذات السطح المستوى وبسماكة تتراوح بين 1.0 إلى 14.0 مم.
- ❑ **مكورات خام الحديد:** صورة من خام الحديد ذات نسبة حديد مرتفعة تمت معالجتها وتشكيلها فى صورة كرات صغيرة.
- ❑ **مُنتِج متكامل للصلب:** المُنتِج الذى يقوم بتحويل خام الحديد إلى منتجات نهائية وشبه نهائية من الصلب. وتتطلب هذه العملية عادةً وجود أفران الكوك والأفران العالية وأفران صناعة الصلب وخطوط الدرفلة. وحالياً يوجد عدد متزايد من المصانع المتكاملة يعتمد على عملية الاختزال المباشر لإنتاج الحديد الإسفنجي دون الحاجة إلى استخدام أفران الكوك والأفران العالية.
- ❑ **منتجات الأطوال:**الصلب الذى يأتى فى هيئة أطوال مثل: الكمرات وحديد التسليح ولفائف الصلب:
  - عادة ما تستخدم الكمرات وحديد التسليح فى التشييد والبناء.
  - تستخدم قضبان الصلب فى التشييد والبناء والتصنيع والزخرفة.
  - تستخدم لفائف الصلب فى التشييد والبناء وصناعة المسامير والأسلاك وبعض الصناعات الأخرى.
- ❑ **منتجات الصلب شبه النهائية:** منتجات مثل: بلاطات الصلب ومربعات الصلب والذى يتطلب الأمر درفلتها أو معالجتها للوصول لأشكال قابلة للاستخدام.
- ❑ **مواد التغذية (الشُحنة):** تعبئة مادة ما فى وعاء حيث يطلق على هذه المواد المستخدمة اسم "الشُحنة". فعلى سبيل المثال الحديد الإسفنجي والخردة والفحم والجير المحروق يمثلون الشُحنة الخاصة بفرن القوس الكهربائي.
- ❑ **نظم الإدارة المتكاملة:** الجمع بين كل المكونات المرتبطة بنشاط ما في نظام واحد لتسهيل الإدارة والعمليات. ويتم الجمع بين نظم إدارة الجودة والبيئة والسلامة وإدارتهم كنظام واحد للإدارة المتكاملة.
- ❑ **وحدة إستعدال السطح:** الوحدة التي تتولى تحسين الخصائص الميكانيكية، واستواء وبنية السطح الخاصة بلفائف الصلب المدرفلة على الساخن.
- ❑ **وحدة خدمة المسطحات:** الوحدة التي يتم فيها تطويع لفائف الصلب المدرفلة على الساخن لتتناسب مع متطلبات المستهلكين النهائيين من حيث الوزن والشكل والأبعاد. من الممكن أن تحتوى هذه الوحدات على خطوط للشق الطولي والقطع العرضي إلى ألواح

المراجع

1. دليل الارشادات لمصانع الحديد والصلب ، طبعه ثانية 2005، تقييم الاثر البيئي، قطاع الادارة البيئية وزارة الدولة لشؤون البيئة ، جمهورية مصر العربية.
2. إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بمصانع الصلب المتكاملة ،مجموعة البنك الدولي 2007،
3. بنك الاستثمار القومي،جمهورية مصر العربية، تقارير قطاعية،العدد الخامس 2007
4. الاتحاد العربي للحديد والصلب- واقع صناعة الحديد والصلب العربية 2015-2021
5. المهندس أمجد قاسم ، مشروع الإنتاج الأنظف الجمعية العلمية الملكية ، المملكة الأردنية الهاشمية 2004 – 2010.
6. مشان عبدالكريم ،دور نظام الادارة البيئية في تحقيق الميزة التنافسية للمؤسسة الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير، مدرسة الدكتوراة وادارة الاعمال- الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.
7. على لطفى – المنظمة العربية للتنميةالادارية ،الطاقة والتنمية في الدول العربية 2010 .
8. دليل تطبيقات الإنتاج الانظف في صناعة الاسمنت ،المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتقييس والتعدين ،إدارة التنمية الصناعية ، 20016 .
9. محمود سرى طه ، ترشيد الطاقة وادارة الطلب عليها مجموعة النيل العربية.
10. منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي 2021.
11. النعمة، عادل ذاكر نعمة الله، 2007 ، اثر نظام المعلومات الاستراتيجية في متطلبات التصنيع الاخضر، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.
12. كرم، حامد عبد الرضا(2014) ،تطبيق معايير النتاجية الخضراء لتعزيز نجاح الأداء الصناعي، كلية الدارة والقتصاد، قسم الدارة الصناعية، جامعة بغداد، العراق.

المراجع الأجنبية

1. S. Platiasa, K. I. Vatalisa & G. Charalampidesa, 2014: Suitability of quartz sands for different industrial applications, International Conference on Applied Economics (ICOAE) 2014, Procedia Economics and Finance 14 (2014) 491 – 498.
2. Sustainable Steel - Indicators 2020, worldsteel.org.
3. United Nations Environment Programme (UNEP)/Resource Efficient & Cleaner Production
4. OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety Assessment Series
5. By-products report, world steel, 2010
6. Energy use in the steel industry report, world steel, 2014.
7. Reusing the by-products of the steel industry, BlueScope Steel.
8. Iron and Steel Technology Roadmap, IEA, 202013. S. Platiasa, K. I. Vatalisa & G. Charalampidesa, 2014.
9. Suitability of quartz sands for different industrial applications, International Conference on Applied Economics (ICOAE) 2014.
10. INTRODUCTION TO CLEANER PRODUCTION (CP) CONCEPTS AND PRACTICE /Prepared by the Institute of Environmental Engineering (APINI) Kaunas University of Technology, Lithuania - Sponsored by UNEP, Division of Technology, Industry, and Economics
11. . United Nations Environment Programme (UNEP)/Resource Efficient & Cleaner Production.
12. TREATMENT OF WASTE GENERATED FROM CEMENT INDUSTRY AND THEIR TREATMENT- A REVIEW Kuldeep Sharma BITS Pilani, India Ujjawal Jain BITS Pilani, India Anupam Singhal BITS Pilani, India
13. Environmental Health and Safety Aspects in the Cement Industry Antonio Jose Cumbane (PhD) Maputo, 31st May 2011

المواقع الإلكترونية

1. https://aisusteel.org/14543/
2. https://www.imf.org/ar/Home
3. https://libyansteel.com/ar/
4. http://www.maghrebsteel.ma/
5. https://aisusteel.org/766/
6. https://worldsteel.org/
7. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_steel_production
8. https://worldsteel.org/zh-hans/media-centre/press-releases/2017/january-2017-crude-steel-production/
9. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982315000125
10. https://www.almrsal.com/post/1168887