التنمية الصناعية العربية

مجلة فصلية تصدر عن المنظمة العربية للتنمية الصناعية والمتعدين
وتعنى بشؤون الصناعة و التعدين و المواصفات و المقاييس في الوطن العربي

مايو- 2016 م / شعبان 1437 هـ

العدد : 71

* افتتاحية العدد.
* الاستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014-2018 (رؤية تحليلية).
* دراسة حول التطبيقات الصناعية لتقنيات النانو في العالم العربي (فرص استثمارية واعدة).
* أهمية التكنولوجيا في تحقيق التنمية الصناعية المستدامة (ربط البحث العلمي بالصناعة في الدول العربية).
* نظام الانتاج في الوقت المحدد Just in Time.
* مخاطر التعرض لموجات منظومات الاتصالات و الحاسبات واسلوب التعامل الصحي الأمن معها.
* الأهمية الإقتصادية والرؤية المستقبلية لإستغلال النيفلين سيانيت فى الدول العربية.

التنمية الصناعية العربية
مايو- 2016 م / شعبان 1437 هـ
العدد : 71

التنمية الصناعية العربية

مجلة علمية فصلية

المدير العام

المهندس عادل الصقر

.....

رئيس التحرير

فاتن سعيد

.....

هيئة التحرير

صالح الجغداف

عبد الحميد ثامري

محمد رفعت

مي جعفر السعدي

حسن قاسم

.....

الإخراج الفـنـي / المو نتاج

ياسين مطعيش ... فتيحة الوافق

.....

في هذا العدد

- **افتتاحية العدد.** 3
  - المهندس عادل الصقر
- **الاستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014-2018 (رؤية تحليلية)** 6
  - المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين
- **دراسة حول التطبيقات الصناعية لتقنيات النانو في العالم العربي (فرص استثمارية واعدة)** 15
  - د. خالد سعود
- **أهمية التكنولوجيا في تحقيق التنمية الصناعية المستدامة (ربط البحث العلمي بالصناعة في الدول العربية)** 56
  - د. عياد جلول
- **نظام الانتاج في الوقت المحدد Just in Time** 76
  - م.محمد الخالدي
- **مخاطر التعرض لموجات منظومات الاتصالات و الحاسبات و اسلوب التعامل الصحي الأمن معها** 83
  - أ.د. ياس محمد الحديثي
- **الأهمية الإقتصادية والرؤية المستقبلية لإستغلال النيفلين سيانيت فى الدول العربية** 98
  - جيولوجي. مصطفى داوود

بسم الله الرحمن الرحيم

المهندس **عادل الصقر**
المدير العام

افتتاحية العدد

يواجه العالم العربي، تحديات اقتصادية كبيرة تؤثر على جهود التنمية التي تبذلها الدول العربية الأمر الذي يستوجب تنسيق وتوحيد الجهود للنهوض بالاقتصاد العربي وذلك من خلال رصد التحولات الجديدة في الخارطة الاقتصادية العالمية والعربية، واستشراف التوقعات المحتملة وتحديد أفضل الخيارات للتنمية والنمو والتكامل الاقتصادي العربي.

وتتمثل بعض هذه التحديات في المستجدات والتطورات السياسية التي تمر بها المنطقة العربية، الانخفاض الحاد للأسعار العالمية للنفط، تباطؤ النمو الاقتصادي العالمي، النمو المحدود لحجم التجارة الدولية، مع ارتفاع الدولار وتراجع مستوى السيوله، كل هذا انعكس على قدرة الدول العربية على التنمية والحد من البطالة غير أن هناك تفاوت واختلاف في حجم و تأثير هذه التحديات على مختلف الدول العربية، لأن الاقتصاد العربي ليس اقتصاداً واحداً بل هو مجموعة من الاقتصاديات، لذا أصبح ضرورياً تبني رؤية اقتصادية شاملة تعتمد على تنويع هياكل الاقتصاد و تنمية قطاعاته المختلفة كالصناعة، الزراعة، الخدمات، السياحة، التعدين وغيرها .

ويأتي قطاع الصناعة في مقدمة القطاعات الاقتصادية التي يجب أن تأخذ أفضلية وتحظى باهتمام كبير . كونها أحد الركائز الأساسية للنهوض بالاقتصاد العربي و قاطرة التنمية الاقتصادية الشاملة المستدامة ، والمصدر الاساسي لزيادة القيمة المضافة للموارد الطبيعية العربية وتشغيل العمالة وامتصاص البطالة.

وتحرص المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين انطلاقاً من الأهداف التي انشئت من أجلها على تقوية وتعزيز مساهمة الصناعة في الاقتصاد العربي والعمل مع الجهات المعنية في الدول العربية على تنمية هذا القطاع، للوصول الى منتجات صناعية عربية ذات جودة عالية تراعي المواصفات الدولية ليسهل الترويج لها محلياً وعالمياً.

ومن هنا كان حرص المنظمة والدول العربية على وضع استراتيجية عربية للتقييس والجودة 2014- 2018 للمنتج العربي تتوافق ومتطلبات السوق العالمي. بهدف تسيير التجارة البينية العربية وتعزيز التكامل الاقتصادي العربي والعمل على ادماج الدول العربية في الأسواق العالمية ، والمساهمة بالتالي في التنمية العربية المستدامة.

كما أن تنفيذ أنشطة وبرامج الإستراتيجية العربية للتقييس سيساهم بشكل فعال في تحقيق اعتراف متبادل بشهادات المطابقة بين الدول العربية وتطوير أجهزة ووحدات الاعتماد والبنية التحتية للمختبرات في الدول العربية.

و لهذا حرصنا في هذا العدد من مجلة التنمية الصناعية أن تكون الاستراتيجية العربية للتقييس للاعوام 2014-2018 ضمن موضوعات العدد لتكون في متناول قراء المجلة.

وإلى جانب اهتمام المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين بالتقييس والجودة للنهوض بالصناعة ، فإنها لم تغفل الدور الذي يقوم به البحث العلمي والتكنولوجي في الصناعة خاصة في ظل ما يشهده العالم من نمو مضطرد لدور

المعرفة والمعلومات في الاقتصاد حيث أصبحت المعرفة هي محرك الإنتاج الأساسي وأهم دعائم النمو الاقتصادي حيث بدأت العديد من الدول بالعمل على جذب الاستثمار في المعرفة والابتكار و الاهتمام بقطاع البحث والتطوير من أجل خلق صناعة متطورة وذات جودة وتنافسية عالية.

كما بدأ تنامي المجالات المتطورة في الصناعة والتي تحقق قيمة مضافة عالية مثل صناعة تكنولوجيا المعلومات، الطاقة الجديدة والمتجددة، النانو تكنولوجي، فمنذ بداية التسعينيات دخلت الحضارة الإنسانية عصر تكنولوجيا النانو. وهي صناعة ذات مستقبل واعد ستشكل تقنياته في المستقبل القريب نقلة نوعية وتغيير نموذجي ذو اهمية كبيرة وستفتح فرص عمل جديدة تعمل على تحويل الاقتصاد في العالم العربي إلى اقتصاد قائم على المعرفة. ويمكن أن تستثمرها الدول العربية لمواجهة التحديات التي تعاني منها بسبب النمو السريع للسكان، تغيرات المناخ، ندرة المياه وغيرها.

ولإدراك المنظمة بأهمية هذا التطبيق في الصناعة فقد بادرت في إطار الإستراتيجية العربية للتقييس إلى تشكيل لجان فنية متخصصة منها لجنة النانو تكنولوجي، لإعداد مواصفات قياسية عربية موحدة ضمن هذا المجال الهام. كما قامت المنظمة بإعداد دراسة حول التطبيقات الصناعية لتقنيات النانو في العالم العربي ننشرها في هذا العدد من المجلة بالإضافة إلى مجموعة من الموضوعات المتعلقة بالصناعة والبحث العلمي والبيئة والتعدين .

إن المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين تضع نصب أعينها ضرورة تحقيق التنمية الصناعية وتفعيل التعاون والتنسيق بين الدول العربية في مجالات عملها إسهامًا منها في النهوض بالاقتصاد العربي.

الاستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014-2018

(رؤيـة تحليليـة)

مركز المواصفات والمقاييس

المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين

مقدمـة

أصبح إهتمام الدول بتطوير بنيتها التحتية للجودة أحد أهم الأهداف الرئيسة بهدف الارتقاء بجودة السلع والخدمات التي تقدمها لمواطنيها بهدف الإرتقاء برفاهية الفرد والمجتمع .

وللبنية التحتية للتقييس والجودة دور أساسي في تعزيز التنمية المستدامة والارتقاء بالقطاع الخاص وزيادة القدرة التنافسية لدى المؤسسات كما تساعد على الامتثال لشروط الصحة والسلامة والاهتمامات البيئية التي تخدم أغراض التصدير بالإضافة إلى زيادة مستوى الاستهلاك الداخلي لتعزيز رفاه السكان وتحسين نوعية حياتهم . و بصورة عامة ، فإن تطوير البنية التحتية للجودة يعزز من ثقة المستهلك بجودة السلع والخدمات المنتجة محليا ويضمن جودة السلع المستوردة وبذلك يمكن الحفاظ على سلامة الفرد والمجتمع وترشيد استخدام الموارد وتحقيق التنمية المستدامة .

واستجابة لمتطلبات السوق العالمي المرتكزة أساساً على حماية حياة وصحة الإنسان والحيوان والنبات وكذلك حماية البيئة أو منع كل أنواع الممارسات التضليلية ، فإن البلدان تحتاج إلى الارتقاء بمستوى البنية التحتية للجودة بصورة سليمة .

ويضم مفهوم البنية التحتية للجودة جملة من الفعاليات تشمل إعداد وتطبيق المواصفات ، المترولوجيا ، الفحص ، الاختبار ، تقييم المطابقة ، التفتيش ، إصدار الشهادات ، إدارة الجودة ، الاعتماد . وتتصف هذه الفعاليات بكونها مترابطة فيما بينها ولا يمكن تنفيذ أحدها بمعزل عن الاخرى .

ويقدر تعلق الامر بالدول العربية في هذا المجال فإن تطوير البنية التحتية للجودة يكون أكثر تعقيدا كونه يتطلب جهودا على المستويين الوطني والقومي . فالمستوى الوطني يتمثل في تطوير البنية التحتية لاجهزة ومؤسسات الدول العربية ذات العلاقة بالجودة ، فيما يتمثل المستوى القومي بالتنسيق بين الدول العربية ليكون التطوير في جميع الدول العربية متواءماً ومتناسقا فيما بينها بهدف تسهيل التجارة البينية العربية وتحقيق التكامل الاقتصادي العربي .

لقد أدركت المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين أهمية ذلك وترجمته بوضع استراتيجيات متتالية خاصة بتطوير البنية التحتية للجودة كان أخرها " الاستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014 . 2018 " .

لقد كان من بين أهداف الإستراتيجية العربية للتقييس 2009-2013 تطوير أسلوب إعداد المواصفات القياسية العربية الموحدة ووضع أنظمة عربية موحدة في مجال المترولوجيا والإعتماد وتقييم المطابقة ووضع خطط عمل تنسجم أهدافها مع تطلعات الدول العربية الأعضاء.

وقد تمخض عن ذلك انشاء الجهاز العربي للإعتماد ARAC والبرنامج العربي للمترولوجيا القانونية ARAMEL والبرنامج العربي للمترولوجيا العلمية والصناعية ARAMET والمنظومة العربية لتقييم المطابقة التي تشمل وضع شارة المطابقة وعلامة الجودة العربية. و لقد قامت الدول الأعضاء وممثلو المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين (آيدمو) بإعداد إستراتيجية عربية جديدة للتقييس والجودة لدعم البنية التحتية للجودة وإستكمالاً للإستراتيجية العربية للتقييس للأعوام 2009-2013، لتكون منسجمة مع المتغيرات التي طرأت على الواقع العربي خلال فترة تطبيق الاستراتيجيات السابقة وتسعى قدر الامكان لتلبية تطلعات الدول العربية نحو تحقيق التكامل الاقتصادي العربي، وذلك قصد إيجاد نهج أكثر شمولية يكون بمثابة أداة لتنمية القطاعين العام والخاص في المنطقة استنادا إلى مبادئ منظمة التجارة العالمية واتفاقية العوائق الفنية أمام التجارة .

واقتصرت الإستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014-2018 على مجالات لها تأثير كبير على البنية التحتية للجودة (المواصفات واللوائح الفنية، نظم تقييم المطابقة، المترولوجيا، الإعتماد)، وترتبط هذه المكونات فيما بينها بشكل وثيق ولا يمكن تطبيق إحداها في غياب وجود فعلي وعملي للأخرى ، بحيث تكون متكاملة ومعترف بها دولياً.

وفي الوقت الذي أصبحت فيه أنشطة التقييس والجودة الوطنية أمرا ضروريا لكسر الحواجز التقنية التي تعترض التجارة ، إضافة الى أنها مفتاحا لتسهيل اندماج الدول الشريكة بدرجة أكبر في النظام التجاري الدولي ، نجد أن هناك فجوة هائلة لا تزال قائمة بين الدول المتقدمة والنامية في مجال التقييس والجودة ، وعليه فالبلدان النامية أصبحت بأمس الحاجة إلى التعجيل بتطوير بنيتها التحتية للتقييس والجودة للحاق بركب الدول المتقدمة . وفي هذا الصدد ، ولتحقيق هذه الأهداف ، أعدت الدول الأعضاء بالمنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين بالتعاون مع منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (يونيدو) "UNIDO" مشروع برنامج فني للارتقاء بمستويات الجودة والممول من قبل الوكالة السويدية للتعاون الدولي (سيدا) "Sida " .

كما تعمل الدول الأعضاء بالآيدمو على تنفيذ الإستراتيجية العربية للتقييس والجودة لدعم مكونات البنية التحتية للتقييس والجودة بهدف الدخول إلى أسواق جديدة توفر لها فرص عمل جديدة وزيادة في الدخل ورفع مستوى النمو الاقتصادي ، مما سيسهم في الحد من الفقر وبالتالي السير نحو تحقيق تنمية تكنولوجية واقتصادية واجتماعية تساعد البلدان على الرفع من القدرة التنافسية وتحسين نوعية الحياة ، معتمدة في ذلك على البنية التحتية الوطنية للتقييس والجودة.

ولا توازي التكاليف الناشئة عن تنفيذ الإستراتيجية ما يترتب عنها من فوائد هائلة ، إذ يساهم تطوير منظومة البنية التحتية للتقييس والجودة الوطنية في زيادة القدرة التنافسية في مجال الصناعات التحويلية وتقديم الخدمات ، مما ينتج عن ذلك الرفع من الإنتاجية و خلق فرص عمل وتشجيع الاستثمار وتعزيز الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية ، بالإضافة إلى أن تطوير هذه المنظومة من شأنه أن يعمل أيضا على تحسين خدمات الرعاية الصحية والتوزيع العادل للثروة الوطنية.

و بناء على ذلك ، يحتاج هذا البرنامج المصمم والمنسق والمعني بمجال التقييس والجودة والتي تتسم مكوناته بالتداخل وبطابع متعدد التخصصات إلى دعم قوي من طرف جميع القطاعات المستفيدة واعتماده من أجل أن تستغل بشكل سليم وتلبي التوقعات المختلفة لأنشطة التقييس وداخل نظم ضمان الجودة للمجالات ذات الصلة . وعلى سبيل المثال ، جميع أنواع الصناعات والصحة والبيئة وصناعة الأغذية والجوانب المتعلقة بضمان السلامة... الخ .

إن مواءمة المتطلبات الفنية التي تندرج في إطار مجالات البنية التحتية للتقييس والجودة هو شرط لا غنى عنه في أي من الاتفاقيات التجارية التي يمكن إبرامها ، على سبيل المثال اتفاقية منطقة التجارة الحرة العربية الكبرى (GAFTA) التي وقعتها ثمانية عشر دولة عربية (الأردن ، الإمارات، البحرين، تونس ، الجزائر، السعودية ، السودان ، سوريا، العراق ، عمان، فلسطين ، قطر، الكويت ، لبنان ، ليبيا ، مصر، المغرب، واليمن) في عام 1997 والتي تهدف إلى تحرير جميع البضائع التجارية بين جميع الدول العربية الأعضاء في منطقة التجارة الحرة تقتضي مستوى كاف من مواءمة المتطلبات الفنية بين الموقعين على هذه الاتفاقية.

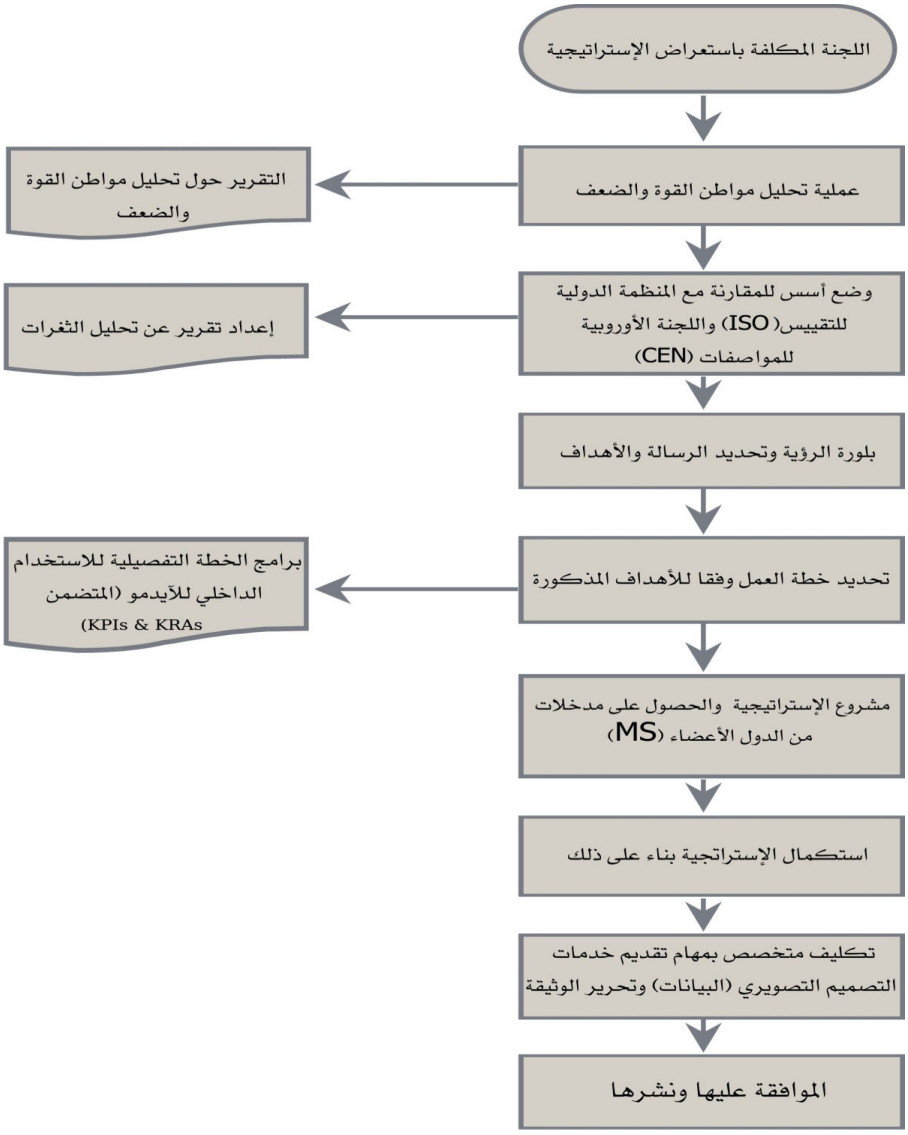
لماذا إستراتيجية عربية للتقييس والجودة ؟

قبلت (آيدمو) بالفعل التحدي المتمثل في المزيد من الاندماج في كل من الأسواق الإقليمية والدولية والمضي قدما في وضع معايير معترف بها دوليا وتطوير البنية التحتية وتقييم المطابقة والخدمات ليسهم هذا النهج في دعم أهداف المنظمة في تيسير التجارة وتطوير التجارة البينية الإقليمية وتعزيز التكامل الاقتصادي بين الدول العربية ، فضلا عن اندماج دول أعضاء (آيدمو) في الأسواق العالمية وهو ما يؤدي في النهاية إلى انخفاض التكاليف المحلية والتأكيد على أن المنتجات والشركات تتماشى مع متطلبات السوق الدولية .

وللتصدي لهذه التحديات التي تواجه الدول العربية أعدت المنظمة من خلال لجانها ومجالسها إستراتيجية عربية للتقييس 2009 -2013 والتي اعتمدتها الدول العربية في عام 2008 تناولت جميع مكونات البنية التحتية للتقييس والجودة (المواصفات والمترولوجيا والاعتماد وتقييم المطابقة) مع التركيز على البعد الإقليمي .

وقد تم استعراض الإستراتيجية العربية للتقييس للأعوام 2009-2013 وتقييمها استنادا إلى أفضل الممارسات الدولية وإلى معايير مرجعية ذات الصلة باستراتيجيات إقليمية وعالمية أخرى ، وإعداد تقرير عن هذا التقييم الذي تم تقديمه إلى اللجنة الاستشارية العليا للتقييس التابعة للآيدمو لغرض المراجعة والتي أسفرت عنها توصية إعداد إستراتيجية جديدة للأعوام الممتدة من 2014 إلى 2018 التي تشمل المكونات المذكورة أعلاه .

عملية استعراض إستراتيجية الآيدمو للتقييس والجودة



متابعة تنفيذ الإستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014-2018

لغرض متابعة تنفيذ فقرات الاستراتيجية فقد تم تشكيل اللجنة الاستشارية الفنية الدائمة المكلفة بمتابعة تنفيذ الاستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014- 2018 برئاسة سعادة الدكتور محمد بن سيف الكواري / دولة قطر ، في حين كانت مهمة الامانة الفنية لهذه اللجنة من اختصاص مركز المواصفات والمقاييس في المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين.

عوامل التناسق للإستراتيجية العربية للتقييس والجودة

1. القيادة الاستراتيجية ،
2. الاتصالات المفتوحة والتواصل ،
3. تكامل اللجان وفرق العمل ،
4. المشاركة في اتخاذ القرارات .

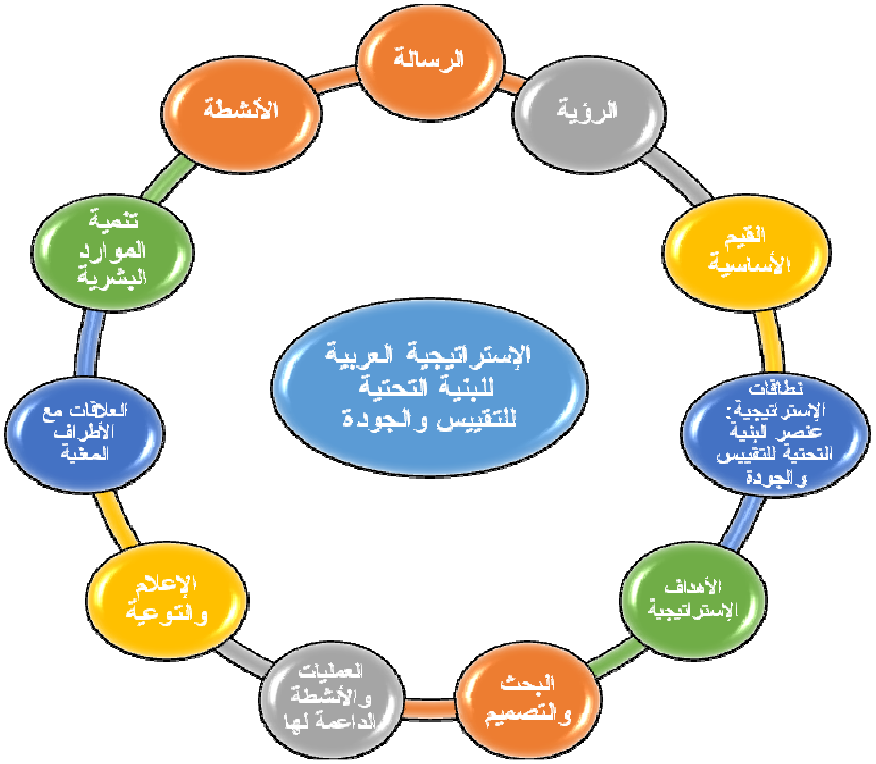
مزايا الإستراتيجية على التنفيذ والتصميم

تتميز الاستراتيجية العربية للتقييس والجودة 2014 - 2018 بالمميزات التالية :

1. تزويد المنظمة والدول العربية بمرشد يوضح ما تسعى لتحقيقه.
2. توحيد الجهود وتجميع الأدوات والكفاءات والخبرات العربية نحو الأهداف الموحدة.
3. دقة التنبؤ بنتائج التصرفات الإستراتيجية لأنشطة التقييس والجودة.
4. تزويد المسؤولين عن أنشطة التقييس والجودة بأسلوب وملامح تفكير الشركاء.
5. مساعدة المنظمة والمسؤولين بأنشطة التقييس والجودة على توقع التغييرات في البيئة المحيطة بها وكيفية التأقلم معها.
6. مساعدة المنظمة على تخصيص الموارد المتاحة وتحديد طرق استخدامها.
7. تنظيم التسلسل في الجهود التخطيطية عبر المستويات الإدارية المختلفة لأجهزة التقييس والجودة العربية.

8. توضيح الصورة الذهنية عن المنظمة وأنشطة التقييس والجودة ودورها المجتمعي أمام كافة فئات المجتمع وأصحاب القرار.
9. دعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية لأنشطة التقييس والجودة.

العناصر المكونة لاستراتيجية الآيدمو للتقييس والجودة



1. الرسالة

تحسين البنية التحتية للتقييس والجودة العربية على المستويات الوطنية والإقليمية والدولية لتلبي شروط الصحة والسلامة والاهتمامات البيئية وحماية المستهلك وتعزيز الجودة وفقا للأدلة والاتفاقيات الدولية والامتثال إلى متطلبات الأطراف ذات العلاقة استنادا إلى القيم الجوهرية.

2. الرؤية

وضع نظم رائدة للبنية التحتية للتقييس والجودة العربية وذات جودة عالية بغية تحقيق التنمية المستدامة القائمة على اقتصاد المعرفة من أجل الارتقاء بأنشطة التقييس إلى مستوى التميز.

3. القيم الأساسية للاستراتيجية العربية للبنية التحتية للتقييس والجودة

- الفعالية
- الاستجابة للاحتياجات
- الجودة
- المرونة والسرعة
- الإبداع والابتكار
- الشفافية والحيادية
- روح الفريق
- الاستدامة
- قابلية التطبيق والترابط

العلاقات البينية بين مكونات الإستراتيجية العربية للتقييس والجودة

ترتبط جميع مكونات الإستراتيجية العربية للتقييس والجودة فيما بينها ارتباطا وثيقا ويمكن توضح ذلك بما يأتي :

- لا يمكن التعريف بالمواصفة ، باستخدام الأبعاد والاحتمالات ، دون الرجوع إلى قياسات موثوقة .
- يجب أن تكون القياسات موحدة دوليا لتفادي المعادلات المكلفة .
- يجب تقديم المنتج للاختبار من أجل تحديد مطابقته مع المتطلبات المحددة في المواصفات واللوائح الفنية .
- يتطلب التوافق الدولي على أن تكون إجراءات الاختبار موحدة وأن تعتمد على قياسات موثوقة .
- الاعتماد ، استنادا إلى المواصفات الدولية ، هو الإجراء الذي من خلاله تصبح العملية برمتها جديرة بالثقة ، وذلك من أجل البدء في النشاط التجاري وتعزيز القدرة التنافسية على الصعيد الدولي .

4. أهداف الإستراتيجية

- تنمية الموارد المالية
- تعزيز العلاقات مع الجهات المعنية
- الإعلام والتوعية
- العمليات
- الأنشطة الداعمة للعمليات
- البحث والتصميم

دراسة حول التطبيقات الصناعية لتقنيات النانو في العالم العربي (فرص استثمارية واعدة)

إعداد : الدكتور خالد سعود
أستاذ الفيزياء/ جامعة فرجينيا كومنولث
(خبير المنظمة)

ملخص :

تواجه الدول العربية العديد من التحديات المباشرة في مختلف المجالات مثل الطاقة والبيئة وموارد المياه بسبب النمو السريع للسكان واستنزاف احتياطات المياه الجوفية، وآثار تغير المناخ التي أدت إلى ندرة حادة في المياه في العالم العربي. فمن أجل مواجهة هذه التحديات، تحتاج الدول العربية إلى تبني تقنيات جديدة مثل النانو والتكنولوجيات الحيوية. سنسلط الضوء في هذه الدراسة على مفهوم تقنية النانو والمواد النانوية وتطبيقاتها المحتملة في المجالات المختلفة، وكيفية مساهمة تقنيات النانو في حل معظم المشاكل في جوانب مختلفة من الحياة في العالم العربي، كما سنحدد أيضا الفرص الاستثمارية المختلفة في المواد النانوية ونظم النانو التي يمكن أن تفتح فرص عمل جديدة وتعمل على تحويل الاقتصاد في العالم العربي إلى اقتصاد قائم على المعرفة.

- تم إعداد هذه الدراسة من طرف خبير المنظمة أ.د . خالد سعود من جامعة كومنولت قطر، وكانت محور ورشة عمل حول علوم وتقنيات النانو(فرص استثمارية واعدة) التي عقدتها المنظمة في عمان /الأردن خلال الفترة 16- 2015/12/17 بالتعاون مع مركز الاسكوا للتكنولوجيا

ا. مقدمة :

يشهد نمو معدل سكان العالم تزايدا مستمرا، وفقا لتقرير البنك الدولي، مما يؤدي إلى ارتفاع الطلب العالمي على الطاقة بنسبة 60٪ على مدى العشرين سنة القادمة، فتوليد الطاقة من مصادر الطاقة غير المتجددة مثل الوقود الأحفوري سيزيد بشكل كبير في المستقبل القريب بالمقارنة مع المصادر أخرى. ويرتبط إنتاج الطاقة دائما بانبعاث غازات الاحتباس الحراري / الغازات الدفيئة والتي ستؤثر سلبا على البيئة كما أعلنت عن ذلك العلوم الفيزيائية للمناخ[1].

كما ان توفر إمدادات المياه العذبة آخذة في التناقص، إذ يتوقع بحلول عام 2025، أن تعاني 48 دولة من ندرة المياه العذبة. وتعد عملية تنقية وتحلية المياه من بين المجالات ذات الأولوية الرامية إلى تلبية الطلب الدولي على المياه في المستقبل، حيث يعاني حاليا 600 مليون شخص في العالم من شح في الموارد المائية، وتعتبر الدول العربية من بين أكبر البلدان في العالم التي تواجه معضلة ندرة المياه، حيث أدى ارتفاع معدل النمو السكاني، ونضوب احتياطيات المياه الجوفية وتأثيرات تغير المناخ إلى نقص حاد في كميات المياه في العالم العربي.

فإذا كان انتشار التكنولوجيات اليوم يعتبر دليلا على السرعة الكبيرة والمذهلة للتغييرات التي شهدها الاقتصاد العالمي، فإن تقنيات النانو ستشكل في المستقبل القريب نقلة نوعية وتغيير نموذجي أكثر أهمية. ويبدو حاليا أن تطور الاقتصاد النانوي مقارنة مع الاقتصاد النفطي هو أمر مثير للاهتمام. لأن ابتكارات تقنيات النانو لا تزال في بدايتها وهي التي ستحدد الموعد للتحولات الاقتصادية للدول في المستقبل.

وتعرف تقنية النانو أيضا بالتقنيات المتناهية الصغر، وهي تقنيات تقوم على معالجة المواد على مستوى الذرات أو الجزيئات، وتكون القياسات في هذا الحيز في هذه التقنيات

دقيقة جداً. حيث يقاس حجم هذه التقنيات والمواد بالنانومتر، والنانومتر هو جزء من المليار من المتر. وهذه الأبعاد صغيرة جدا ، وهي اصغر حجما من البكتيريا والخلايا الحية.

وتتعامل هذه التقنيات مع أبعاد تتراوح بين 0.1 و100 نانومتر والكلمة "نانو" مشتقة من كلمة "نانوس" اليونانية وتعني "القزم". ويراد بالنانومتر جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من المليمتر مليار من المتـــر (1 نانومتر = 1/1000000000 م) .

وهناك عدة تعريفات لتقنية النانو ومنها "تطوير البحوث والتكنولوجيا على المستوى الكمي والمستوى الذرّي والجزيئي والماكرو جزئي على طول ومقياس حجم ما يـــقرب من 1- 100 نانومتر، من أجل تقديم فهم أساسي للظاهرة والمواد على مستوى مقياس النانو وإنشاء واستخدام هياكل وأجهزة وأنظمة لها وظائف وخصائص جديدة لم تعرف في المواد المألوفة بسبب صغر متوسط حجمها*.

وعلم المواد النانوية (Nanoscience) حقل مهم من حقول تقنية النانو القائم على دراسة علم المواد النانوية وتقنيات النانو. ويهتم هذا المجال بدراسة المواد والسمات الشكلية (المورفولوجيا) على مستوى نانومتري، وخصوصا تلك التي لها سمات خاصة نابعة من أبعادها النانومترية الحجم. ويعرف عادة "نطاق النانو" بأنه أصغر من (واحد من المليون) من الميكرومتر على الأقل.

❖(www.nano.gov).

❖**"شعبة الهندسة التي تعنى بالأشياء ذات حجم أصغر من 100 نانومتر تتمتع بصفة تشغيل الجزيئات الذاتية" (www.hyperdictionary.com)**

❖**"فن تشغيل/معالجة المواد على المستوى الذري أو الجزيئي وخاصة لبناء الأجهزة المجهرية "، Miriam Webster Dictionary)**

II. تكنولوجيا النانو في العالم العربي

إن الزيادة المضطردة في عدد سكان الوطن العربي قد بلغت ما يناهز 400 مليون في عام 2015 أي حوالي نسبة 70٪ من سكان الوطن العربي تتوفر على موارد طبيعية محدودة وتشهد أدنى نصيب للفرد من الناتج المحلي الإجمالي في العالم. ومن أكبر التحديات التي يواجه العالم العربي أزمات الأغذية والطاقة وندرة المياه، كما أن الدول العربية تشهد تغييرات هائلة في بنيتها التحتية والاجتماعية، ويزيد من تعقيد هذه التحديات عوامل سياسية بما فيها الربيع العربي ونشوب الحروب الكبرى الثلاث. كل هذه التحديات والتغيرات تحول دون تسريع التنمية وتزيد من حدة انتشار الفقر وتفشي الأمراض. وفي ظل انشغالات العالم العربي في مكافحة التحديات ومواجهة الصعوبات التي تتخبط فيها حاليا، قد يستعصى على الحكومات أن تتبنى استراتيجيات تنموية طويلة الأجل في مجال العلوم والتكنولوجيا.

ويلاحظ أن حجم ما تنفقه الدول العربية من ناتجها المحلي (GDP) في مجال العلوم والتكنولوجيا لا يوازي أكثر من 0.3٪ بالمقارنة مع نسبة 1- 3٪ من إنفاق بلدان العالم الأخرى في هدا المجال، بالإضافة إلى أن متوسط معدل النشر العلمي في العالم العربي لا يتعدى 1٪ من المقالات والمنشورات والإصدارات العلمية في العالم كما هو مبين في الجدول 1 أدناه 2.

الجدول رقم 1: واقع أثر قياس المنشورات في مجال علوم وتقنيات النانو

Country	Publications	Total Citations	Average Publication Impact
USA	8657	20796	2.40
UK	1611	3363	2.09
Germany	2581	5174	2.00
France	1790	3156	1.76
Italy	1053	1654	1.57
Japan	3032	4504	1.49
South Africa	58	76	1.31
People's R China	6124	7954	1.30
South Korea	2140	2741	1.28
India	1130	1302	1.15
Taiwan	1337	1517	1.13
Iran	220	236	1.07
Egypt	82	52	0.63
Saudi Arabia	14	8	0.57
Kuwait	4	1	0.25
United Arab Emirates	8	1	0.13

إلا أن العديد من الدول العربية قد أدركت حقائق أثر النشر العلمي والتكنولوجي، مما دفع البعض منها إلى الاستثمار في مشاريع ضخمة مثل مؤسسة قطر (QF) والحدائق العلمية والتكنولوجيا في قطر(QSTP) وجامعة الملك عبد اللّه للعلوم والتقنية (KAUST) في المملكة العربية السعودية ومعهد الكويت للأبحاث العلمية (KISR) ومعهد مصدر في دولة الإمارات العربية المتحدة وغيرها من المشاريع في البلدان العربية الأخرى؛ وتهدف هذه المشاريع إلى التعجيل بعملية بناء القدرات العلمية في المجالات الحيوية للعلوم والتكنولوجيا وبناء مجتمعات قائمة على المعرفة.

إن تكنولوجيا النانو ليس بتقنية غريبة على العالم العربي؛ فقد تم العثور على المواد متناهية الصغر في التاريخ الإسلامي. على سبيل المثال طلاء الزجاج السيراميك اللامع والمتوهج والبراق الذي تم استخدامه في العالم الإسلامي الذي يحتوي على المواد النانوية من الفضة أو النحاس أو المعادن الأخرى وسيف صابر الدمشقي الذي يحتوي على أنابيب

الكربون وأسلاك سمنتيت النانوية مكونة من الفولاذ باستخدام كمية فائقة من الكربون الذي أضفى عليه القوة والمرونة والقدرة مما حافظ على ميزته كأداة شاحذة الحد كما هو مبين في الشكل (1).

الشكل رقم1: أ) طلاء الزجاج السيراميك الإسلامي "البراق" الإسلامي وجد في العراق. ب) السيف "الدمشقي" الفولاذي المصنوع من أنابيب الكربون.

وبخلاف الثورات الصناعية الكبرى الأخرى، لا تعتبر تقنية النانو مجالا مقصورا على بلد أو منطقة معينة، وتعتبر في بعض الأحيان "تقنية الفقراء"، إذ يمكن أن تجرى أبحاث تكنولوجيا النانو من خلال استخدام أدوات قياس بسيطة ومواد محلية، ويمكن لتكنولوجيا النانو أن تتيح للدول العربية الفرصة تصبح من بين الرواد في هذا المجال، إذ تمتلك الدول العربية الموارد والثروات الطبيعية والموارد البشرية من المختصين في العلوم المؤهلين لاستخدام تكنولوجيا النانو في حل العديد من التحديات التي تواجه الدول العربية.

العديد من صناع القرار وواضعي الاستراتيجيات في العالم العربي لم يستوعبوا بعد جدوى استخدام تقنية النانو من أجل مواجهة التحديات التي تعرفها المنطقة كما عبر عن ذلك محمد حسن، المدير التنفيذي لـ TWAS، وأكاديمية العلوم في الدول النامية، ورئيس الأكاديمية الإفريقية للعلوم [3].

إلا أن المنطقة العربية قد شهدت في السنوات الأخيرة تطورا ملحوظا في مجال تكنولوجيا النانو، حيث قامت مختلف الدول العربية بإطلاق العديد من المبادرات الرئيسة حول أبحاث تكنولوجيا النانو بغية بناء قدراتها العلمية والتعجيل بمبادرات البحوث لمواكبة أحدث التطورات في مجال تكنولوجيا النانو. فقد بادرت العديد من البلدان الغنية بمواردها النفطية، على سبيل المثال، قطر والسعودية والإمارات العربية المتحدة، بتخصيص مبالغ هائلة من الناتج القومي الإجمالي (GDP) بهدف خلق ودعم مبادرات تقنية النانو في مجالات الطاقة و المياه والبيئة والمواد الغذائية والطب، والصناعات المحلية [4] .

وقد جلبت هذه البلدان اهتمام الباحثين الدوليين من خلال تزويدهم بحوافز هامة وإقامة شراكة تعاون مع أهم مراكز البحوث الدولية والجامعات، كما تم إنشاء العديد من المؤسسات الوطنية المعنية بتقنية النانو في المملكة العربية السعودية والكويت والأردن والإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان.

ومن بين أهم المبادرات العربية في مجال تقنية النانو **المبادرة العربية لتطويع علوم وتقنيات النانو والتقنيات المتلاقية** التي تم إطلاقها بالقاهرة - مصر بتاريخ 12- 13 يناير 2010.

وقد ترتب عن هذه التطورات والمبادرات في مجال تقنية النانو أثر إيجابي كبير في العالم العربي، حيث بدت النتائج الإيجابية جلية من خلال عدد من المنشورات الصادرة وبراءات الاختراع. ويبين الجدول (2) أدناه الزيادة الملحوظة في عدد المنشورات المعنية بمجال تكنولوجيا النانو في العالم العربي كما أعلن عن ذلك السيد Alfeeli وآخرون. وتوضح المقارنة العادلة بين عامي 2007 و 2013 تقدما كبيرا في هذا المجال في العالم العربي [5] .

الجدول 2: ملخص لوضع تكنولوجيا النانو في الدول العربية.

Country	Population in millions [34]	Number of institutions conducting nanotechnology research	Number of nanotechnology-related publications[a]		Total publications	Number of nanotechnology-related publications per million
			2002–2007	2008–2013		
Saudi	26.5	11	44	1398	1442	56
Tunisia	10.7	8	139	418	557	52
Emirates	5.3	5	37	190	227	43
Kuwait	2.6	2	27	58	85	33
Jordan	6.5	2	44	143	187	29
Egypt	83.6	4	385	1634	2019	24
Oman	3	2	13	49	62	21
Qatar	1.9	2	1	20	21	11
Morocco	32.3	1	45	142	187	6

[a]The number of publications in peer-reviewed journals in the topics related to nanoscience and nanotechnology during the period January 2002 to March 2013. The data obtained searching for the phrase 'nano' in the title using the SciFinder database.

III. تطبيقات تقنيات النانو في العالم العربي (الفرص الاستثمارية الواعدة)

أ) تطبيقات تقنيات النانو في مجال الطاقة

إن الطلب على الطاقة في تزايد مستمر، فضلا عن الشواغل المتنامية إزاء عواقب تغير المناخ وكذا ارتفاع مستوى محدودية احتياطي الموارد النفطية في العالم، وبالتالي أصبحت الحاجة ملحة إلى استكشاف بدائل جديدة عوض الاقتصاد القائم على الطاقة النفطية.

تفيد توقعات وكالة الطاقة الدولية (IEA) أن الطلب العالمي على الطاقة سيرتفع بنسبة 37٪ بحلول عام 2040 في كل من اقتصادات البلدان النامية والناشئة. ومن المتوقع أيضا أن يرتفع عدد سكان العالم ليصل إلى 10 مليار نسمة، وستصل نسبة الطلب على الطاقة إلى 28 TWبحلول عام 2050. ويولد حاليا 80٪ من الطاقة الأولية في العالم عن طريق حرق الوقود الاحفوري مثل النفط والفحم والغاز، ومن المرجح أن يصل إنتاج النفط التقليدي إلى مستويات الذروة قبل عام 2030.

وهذا ما يؤدي إلى تداعيات كارثية بسبب تغير وتلوث المناخ، استلزمت كل هذه العوامل مقاربات جديدة ومبتكرة للرفع من كفاءة استخدام الطاقة والبحث عن مصادر "نظيفة" بديلة للطاقة.

إن استخدام الطاقة المتجددة أو النظيفة مثل: طاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة المياه والأمواج والطاقة الجوفية، وهي طاقات غير قابلة للنفاذ. فالطاقة الشمسية على سبيل المثال تتميز بكونها طاقة نظيفة خالية من كل أشكال التلوث وتشكل علاجاً لمشكلة التغيرات المناخية والتخفيف من ضغط الفقر، خلافا للطاقات التقليدية وما يترتب على استعمالها من تلوث للبيئة وانتشار للأوبة والأمراض.

فالتطورات التي شهدها مجال تقنية النانو أسفر عن ظهور تكنولوجيات جديدة ومستدامة أكثر فعالية من حيث التكلفة وأكثر آمنا وسلامة من حيث الحفاظ على البيئة . وقد تكون هذه الأسباب كافية للجزم بأن الطاقات المتجددة سوف تلعب دوراً أساسياً في المستقبل لتحقيق توازن بين استثمار الموارد الطبيعية وبين المحافظة على الطبيعة.

تساهم تكنولوجيا النانو في تحسين كفاءة استخدام الطاقة من خلال التطبيقـــات التالية[6]:

- يمكن للخلايا الشمسية النانوية أن تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى الكهرباء بطريقة أفضل، وبتكلفة أرخص من تكلفة التصنيع وبطريقة بسيطة من حيث التركيب ومن حيث التصنيع (عمليات التصنيع) باستخدام دلافين أو أسطوانات التسوية.
- تساهم تقنية النانو في تحسين كفاءة إنتاج الوقود باستخدام مادة نانوية حفازة والرفع من كفاءة استهلاك الوقود في السيارات والطاقة من خلال انخفاض الاحتكاك.
- تمكين إنتاج بطاريات جديدة مثل بطارية ليثيوم أيون التي لديها أقل قابلية للاشتعال وسريعة الشحن ذات كفاءة عالية ووزنا أخف وبطاقة أعلى كثافة.
- إعادة تدوير النفايات الحرارية في العديد من الأجهزة والعمليات مثل أجهزة الكمبيوتر والسيارات ومحطات الطاقة لتوليد الطاقة الكهربائية.
- تطوير أنابيب الكربون النانوية التي تحتوي على الأسلاك التي تقيد من مقاومة الشبكة الكهربائية، وبالتالي الحد من فشل انتقال الطاقة.

وفيما يلي بعض الأمثلة على إنجازات هامة في هذه المجالات.

• الخلايا الضوئية الشمسية

تعرف الطاقة الشمسية أيضًا باسم الخلايا الفوتوفولطية أو الخلايا الكهروضوئية. وقد تطورت الخلايا الشمسية الضوئية على مر السنين ومثلت أحد أبرز هذه الخيارات الواعدة التي يمكن الاعتماد عليها لتوفير متطلبات العالم المستقبلية من الطاقة، فمن المعروف أن ما يصلنا من أشعة الشمس يمكن تحويله بصورة مباشرة إلى طاقة نظيفة. وهناك ثلاثة أجيال من الخلايا الفوتوفولطية أو الكهروضوئية[7].

• خلايا الجيل الأول

يتم تصنيع الخلايا الفوتوفولطية من مواد أشباه الموصلات، التي تُعد مادة السيليكون أكثرها شهرة واستخدامًا نظرًا لشيوعها وتوافر مصادرها في جميع أرجاء العالم. ولم يكن من المُتاح قبل دخول الأساليب المتنوعة لتكنولوجيا النانو Nanotechnology الخاصة بتخليق سبائك لمواد مختلفة التركيب والبنية من أشباه الموصلات، إنتاج خلايا فوتوفولطية تجمع بين الكفاءة العالية ورخص التكلفة. ومن المعروف أن رقائق السيليكون التي تُصنع منها خلايا الجيل الأول ليست بالمادة المثالية التي يمكن الاعتماد عليها لإنتاج خلايا رخيصة ذات كفاءة عالية، نظرًا لافتقارها لكثير من الصفات والخواص التي يجب أن تتوافر في مواد أشباه الموصلات المستخدمة في إنتاج الخلايا الشمسية.

• خلايا الجيل الثاني

في إطار الجهود العلمية والبحثية الشاقة التي جاءت متزامنة مع فرض تكنولوجيا النانو هيمنتها الصناعية، لاح بالأفق مولد جيل جديد (الجيل الثاني) من الخلايا يقوم على تكنولوجيا إنتاج الأغشية الرقيقة الفوتوفولطية. ويعتمد أسلوب إنتاج هذا النوع المتقدم من

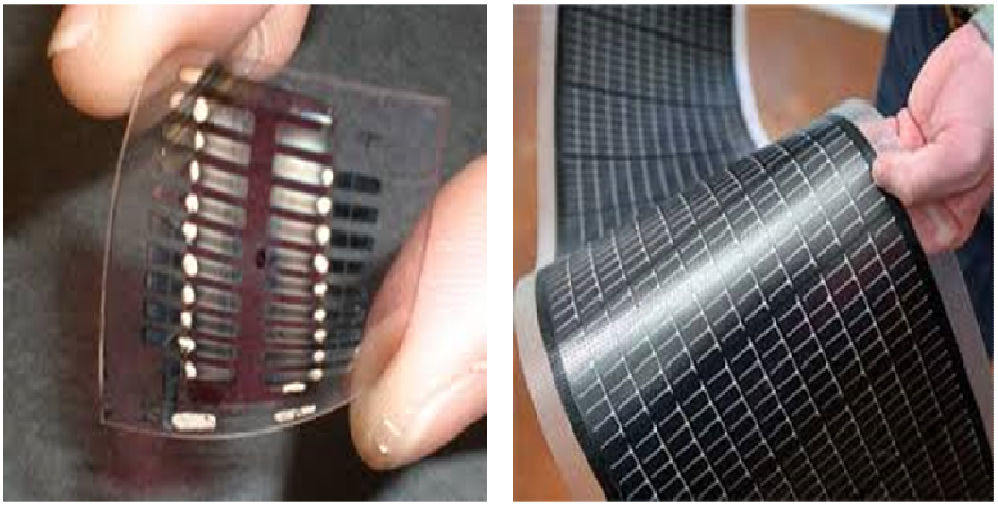
الخلايا على توظيف عدة أساليب وطرق متقدمة حيث أن الأغشية المصنوعة من سبيكة سلينيد نحاس الإنديوم جاليديوم مسيلينيوم Cu(In,Ga)Se2 المعروفة باسم CIGS تنفرد بقدرة فائقة على امتصاص أكثر من الطيف الشمسي علاوة على تمتعها بكفاءة عالية في التحويل.

• خلايا الجيل الثالث

كثيرا ما نسمع عن وحدات الجيل الثالث من الخلايا الفوتوفولطية التي تستند في إنتاجها إلى تكنولوجيا النانو. وعلى الرغم من أن هذا الجيل المتقدم من تلك الخلايا مازال في مرحلة البحث والتطوير على المستوى التجريبي والمخبري، فإن جميع النتائج البحثية المنشورة خلال السنوات العشر وحتى اليوم تؤكد على حقيقة واحدة وهي أن المواد النانوية Nanomaterials التي تم التوصل إلى تصنيعها مخبريا تجتمع فيها خواص تركيبية وفيزيائية متميزة، مما يؤهلها لأن توظف في إنتاج خلايا فوتوفولطية ذات كفاءة عالية وغير مسبوقة. هذا بالإضافة إلى أن تلك الخلايا الناشئة من الجيل الثالث سوف تكون قادرة أيضًا على تحقيق مستويات تكلفة مماثلة أو أفضل من التكلفة الإنتاجية الخاصة بخلايا الجيل الثاني والمعتمدة في إنتاجها على تكنولوجيا الأغشية الرقيقة. وقد شهد العقد الأول من هذا القرن طفرات تقنية واعدة أدت إلى زيادة الثقة في قدرة الطاقة الشمسية النظيفة في المشاركة بالنصيب الأكبر في تلبية احتياجات العالم من الطاقة خلال العقدين المقبلين.

وهناك العديد من المواد النانوية التي تمت تجربة توظيفها في صناعة وحدات الجيل الثالث من الخلايا الفوتوفولطية، وتُعد الخلايا الشمسية الصبغية (Dye-sensitized Solar Cells(DSC)[8] أحد أهم أنواع الجيل الثالث من الخلايا الفوتوفولطية نظرًا لإنفرادها بمزايا تقنية واقتصادية متعددة ترشحها لأن تكون البديل الموثوق به لخلايا الجيل الأول المصنوعة من رقائق السيليكون باهظة التكلفة. وتختلف الخلايا الشمسية

الصبغية في طريقة عملها عن الجيل الثاني من خلايا الأغشية الرقيقة في أنه يتم غمس حبيبات نانوية شفافة (غير معتمة) عالية المسامية من ثاني أكسيد التيتانيوم ITO بمركب مادة عضوية – غالبا ما يتكون المركب العضوي من مركبات عنصر الروثينيوم Ruthenium فتترسب بذلك جزيئات الطلاء العضوي على الأسطح الخارجية لحبيبات TiO2 التي تُغمر داخل محلول إلكتروليتي Electrolyte Solution يوضع بالخلية. ويتركب السطح العلوي من الخلية المواجهة لأشعة الشمس من لوح زجاجي شفاف يُطلى وجهه السفلي بطبقة شفافة موصلة للكهرباء والتي تعقبها حبيبات TiO2 [9،10،11،12] وتنتهي الخلية بغشاء رقيق من فلز البلاتينوم يليه لوح زجاجي شفاف مطلي بطبقة شفافة موصلة للكهرباء بانخفاض في قدرة الكفاءة 6 ٪ - 105 [13، 14]. (الشكل 2)



الشكل2: خلايا شمسية قائمة على مواد نانوية

• خلايا الوقود

تعرف خلايا الوقود بأنها جهاز طاقة كهروكيميائية يقوم بتحويل الوقود مثل الهيدروجين والميثانول والإيثانول أو الأنود، فخلية الوقود هي جهاز بسيط نسبيًا. فهي تحتوي على قطبين كهربائيين: الأنود (القطب الموجب) والكاثود (القطب السالب).

تحدث جميع التفاعلات الكيماوية عند القطبين. وللإسراع من التفاعل الكيميائي، يستخدم أحد المحفزات في تغطية القطبين الكهربائيين. كما تحتوي خلية الوقود أيضًا على إلكتروليت لحمل الجسيمات من أحد القطبين إلى القطب الآخر. ولحدوث التفاعل تحتاج خلية الوقود إلى شيئين إضافيين: الأوكسجين والوقود بالطبع. تستخدم أغلب خلايا الوقود قيد التطوير الهيدروجين لإنتاج الوقود.

تعمل جميع خلايا الوقود الهيدروجينية بنفس المبادئ، مع وجود بعض الاختلافات وفقًا لنوع الخلية، يدخل الوقود الهيدروجيني إلى الخلية من قطب الأنود. وتحدث الأكسدة عند قطب الأنود، وذلك عندما تنفصل الأيونات الموجبة (البروتونات) عن ذرات الهيدروجين من خلال تفاعل كيميائي بمساعدة العامل المحفز. الأنود هو قطب مسامي، لذلك فإن الهيدروجين ينفذ من خلاله. كما أن الكاثود مسامي أيضًا، لذلك فإن الأكسجين ينفذ من خلاله.

يقوم الإلكتروليت بتوصيل الأيونات المشحونة من الأنود إلى الكاثود. لكن تُدفع الإلكترونات للخروج إلى دائرة خارجية وعندها، يتم إنشاء تيار كهربائي يمكن استخدامه للتشغيل.

ينساب الوقود الهيدروجيني على صفيحة المصعد، في نفس الوقت الذي ينساب فيه الأوكسجين على الصفيحة المقابلة وهي المهبط. يسبب غشاء الفصل (catalyst) و الذي يوجد منه عدة أنواع، منها ما يصنع من البلاتين انشقاق جزيء الهيدروجين إلى ذرتين، تنشق كل منهما إلى أيون موجب، وإلكترون سالب. تسمح صفيحة المحلل (electrolyte) فقط بمرور الأيونات (البروتونات) حاملة الشحنات الموجبة عبرها، في حين تمنع مرور الإلكترونات، فتقوم هذه الأخيرة بالحركة عبر دارة وصل خارجية موصولة مع المهبط. فتتحرك الإلكترونات نحو المهبط فينشأ تيار كهربائي على المهبط تتحد الأيونات الهيدروجينية الموجبة مع الكتروناتها السالبة و مع الأوكسجين، ليتشكل الماء الذي يتدفق خارج الخلية .

أنواع خلايا الوقود

هناك عدد من خلايا الوقود التي تم تطويرها في المعامل حول العالم. كل منها يستخدم الكترونيات ومحفزات، وتعمل في درجات حرارة تشغيل مختلفة. تشمل الاختلافات الأخرى فاعلية الطاقة ومتانة المادة. ويجب تشغيل بعض خلايا الوقود بالهيدروجين النقي، بينما يمكن أن يحصل البعض الآخر على الهيدروجين من الوقود الأحفوري. وهذه الاختلافات تجعل من استخدام بعض خلايا الوقود أمرًا مناسبًا في السيارات والحافلات، بينما تعمل أنواع الخلايا الأخرى بشكل أفضل للاستخدامات غير المتحركة مثل توليد الطاقة.

خلايا وقود غشاء التبادل البروتوني: Proton Exchange Membrane FuelCells (PEMFC) هي من أفضل أنواع خلايا الوقود للاستخدام كمصدر كهربائي يغذي وسائل النقل الذي قد يستخدم في المستقبل كبديل لمحركات الاحتراق الداخلي internal combustion engines التي تستخدم الديزل أو الغازولين كوقود.

خلايا الوقود القلوية Alkaline Fuel Cells (**AFC**) بالمقابل تعمل خلايا الوقود القلوية بدرجات حرارة منخفضة نسبيا وذات مردود عالي الخصائص هذه تجعل الوقت المطلوب لبدء عملها قصير (أي تتوفر حرارة التشغيل بسرعة) وذات كفاءة وقود عالية.

خلايا الوقود الحمضية الفسفورية (PAFC)

خلايا وقود الكربون المذاب: (Molten Carbonate Fuel Cells (**MCFC**

خلية وقود الأوكسيد الصلب Solid Oxide Fuel Cell(**SOFC**): خلية وقود الأكسيد الصلب هي حالياً خلية الوقود ذات أعلى درجة حرارة للتشغيل حيث أنها تعمل بمجال ما بين 600°C–1000°C وتستخدم أنواع وقود مختلفة.

درجة حرارة العمل العالية لخلايا MCFCs لها مزاياها ومساوئها مقارنة مع خلايا الوقود ذات الدرجات المنخفضة (PAFC and PEFC)، بدرجات الحرارة العالية تتم عملية تشكيل الوقود من الغاز الطبيعي ذاتيا (داخل الخلايا). مما يقلل الحاجة لنظام معالجة وقود خارجي.

خلايا الميثانول :Direct Methanol Fuel Cells

التقنية المستخدمة في خلايا الميثانول (**DMFC**) لازالت بمراحل مبكرة من التطور، لكنها مرشحة للاستخدام بتغذية الهواتف النقالة والكمبيوترات المحمولة بالسنوات المقبلة. خلايا الميثانول مشابهة لخلايا الوقود ذات غشاء التبادل الالكتروني بأن لها وسيط بوليري وحاملات الشحنة هي ايونات الهيدروجين (البروتونات)، لكن الميثانول السائل (CH3OH) يؤكسد بوجود الماء في القطب الموجب ويولد ثاني أكسيد الكربون CO2، وايونات الهيدروجين والالكترونات التي تسري بالدارة الخارجية مكونة تيار كهربائي.

درجة الحرارة المنخفضة هذه وعدم الحاجة لمولد وقود جعلت من خلايا الميثانول مرشح جيد للتطبيقات الصغيرة والمتوسطة الحجم، مثل الهواتف الخلوية والحواسيب المحمولة، إضافة إلى وسائل النقل أحد العوائق لتقنية الميثانول هي أن عملية الأكسدة بدرجة الحرارة المنخفضة للميثانول ليتحول إلى ايونات الهيدروجين وأكسيد الكربون تحتاج إلى محفز أكثر نشاطاً، والذي يعني أننا نحتاج إلى المزيد من محفز البلاتينيوم غالي السعر مقارنة بخلايا الوقود ذات الغشاء البرتوني. هذه الكلفة الزائدة على أية حال يمكن أن تقابل الاقتصادية في هذا النظام بما انه يعمل بدون الحاجة لنظام تشكيل الوقود وإمكانية استخدام وقود سائل. سبب آخر لتأخر تطوير هذا النوع من خلايا الوقود الكحولية هو أن الميثانول مادة سامة، لذا تقوم بعض الشركات بتطوير خلية وقود ايثانول Direct Ethanol Fuel Cell (DEFC) أداء خلايا الوقود هذه هو حاليا نصف ما تقدمه خلايا

وقود الميثانول لكن هذا الأمر في قيد التطوير ويتوقع أن تصغر الفجوة بين أداء الخليتين بالمستقبل .

هناك نوع آخر من الخلايا الوقودية التي من الممكن أن تحل محل البطاريات في السيارات الكهربائية، في حين يمكن استخدام خلايا وقود الهيدروجين للسيارات التي تشتغل بالطاقة. إن تصميم خزان وقود هيدروجين خفيف الوزن وآمن يعتبر أمرا بالغ الأهمية. ولهذا، يسعى الباحثون جاهدين لتطوير مواد نانوية خفيفة الوزن التي ستعمل على امتصاص الهيدروجين وتخزينه وإطلاقه عند الضرورة وابتكار طرق جديدة للحفاظ على الطاقة باستعمال مواد جديدة لتخزين الهيدروجين ومحفز النانو التي يمكن استعمالها في الخلايا الوقودية من أجل تحويل أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون من أجل الحيلولة دون تسمم أكسيد الكربون في الخلايا الوقودية. ومن المتوقع أن يشهد العالم ظهور سيارات تعمل بالطاقة الهيدروجينية في أفق 2020 وذلك حسب إعلان إدارة الطاقة الأمريكية[15].

- **تقليص استهلاك الطاقة**

يمكن تسجيل استهلاك أقل للطاقة من خلال تطبيق أفضل لأساليب العزل وذلك باستعمال الهلامات الهوائية (ايروجيل) والمركبات النانوية التي تعتبر بمثابة مواد عازلة، بالإضافة إلى استخدام مواد ذات إضاءة قوية وأساليب الحرق في قطاعات النقل. كما أن اعتماد التقنيات النانوية مثل المصباح الثنائي الباعث للضوء (LED) أو الذرات المحددة كميا (QCAs) تساهم بشكل كبير في ترشيد استهلاك الطاقة لأغراض الإضاءة، حيث تحول اللمبات الضوئية المستخدمة حاليا نحو 5٪ فقط في الطاقة الكهربائية إلى ضوء.

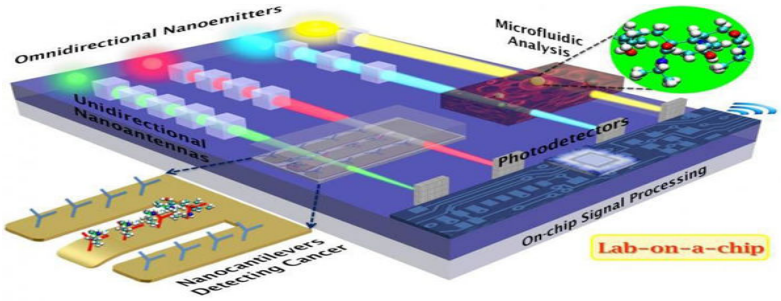
وسوف تساهم تطبيقات تكنولوجيا النانو وعمليات تطوير التقاط الطاقة ونقل وتخزين المواد في تيسير الحصول على مصادر الطاقة نظيفة والكهرباء وخلق فرص عمل جديدة والارتقاء بالاقتصاد والمجتمع في العالم العربي. وأخيرا، فإن تقنية النانو من شأنها تحسين كفاءة الطاقة والتخزين والإنتاج.

يمكن استخدام المواد النانوية لرصد ومعالجة المشاكل البيئية وتطوير الطرق المستخدمة في التحكم في الانبعاثات من مجموعة واسعة من المصادر، والعمل على تطوير أسلوب معالجة التقنيات "الخضراء" الحديثة التي تقلل من المنتجات الثانوية غير المرغوب فيها.

إن تطوير المواد النانوية البلورية تستند على فكرة أن المحفزات "دقيقة المسام" التي تتراوح أحجامها بين 1نانومتر تستخدم في عملية إزالة الملوثات متناهية الصغر. كما أن المركبات المعدنية يمكن أن تستبدل بجسيمات النانو للمواد البلورية في مجال صناعة السيارات مما سيساعد على تقليص استهلاك البنزين والتقليل من انبعاثات ثاني الأكسيد وبالتالي، سيكون لمثل هذه العمليات أثر جد إيجابي على الصناعة والتجهيز والحفاظ على الطاقة.

ب – تقنيات النانو في مجال الطب

واجه نظام الرعاية الصحية عدة تحديات في السنوات الأخيرة نظرا لتزايد الطلب على خدمات صحية أفضل وأرخص تكلفة بسبب التغيرات الاقتصادية السريعة والمطالبة بتلقي علاج طبي فوري فضلا عن شيخوخة المجتمعات وظهور الطبقة المتوسطة التي أثقلت كاهل المؤسسات الطبية وأصبحت عبئا ضخما على أنظمة الرعاية الصحية في العديد من دول العالم. وللتغلب على مثل هذه المشاكل، تضطلع تقنية النانو بدور مهم لحل القضايا المستعصية ذات الصلة بقطاع الصحة، وإحداث ثورة في مجال الطب والصحة [16].شكل (3)



شكل (3)

وفيما يلي بعض تطبيقات تقنية النانو والتطورات التي شهدها مجال الطب:

- تطوير التصوير الطبي والتشخيص باستخدام البلورات النانوية شبه الموصلة. عندما تتعرض هذه المواد للأشعة فوق البنفسجية، يمكنها أن تبعث طيفا من الألوان البراقة التي يمكن استعمالها لتحديد مواقع وأنواع معينة من الخلايا باستخدام تقنيات التصوير المغناطيسي مثل MRI وتوفير المزيد من المعلومات.
- يمكن استخدام جزيئات الذهب للكشف عن خلايا السرطان والزهايمر في مرحلة مبكرة.
- استهداف الخلايا السرطانية ومعالجتها دون التأثير على الأنسجة الطبيعية.
- استخدام تكنولوجيا النانو لتحفيز نمو الخلايا العصبية مثل خلايا المخ أو الحبل الشوكي التالف عن طريق حقن هلام ذات بنية نانومترية لملء الفراغ بين الخلايا وتحفيز الخلايا الجديدة على النمو أو باستخدام ألياف النانو لتجديد الأعصاب التالفة في العمود الفقري.

إن استخدام الجسيمات النانوية لنقل الدواء يعمل على توصيل دقيق للأدوية القوية للعضو المراد معالجته في الجسم، مثل تورم وعدوى عضو. وهذا يعني أن هذه الأدوية يمكن أن تعمل بشكل أكثر فعالية - وبآثار جانبية أقل في بقية الجسم. وقد اعتمدت الجسيمات النانوية نهجا جديدا تماما لعلاج السرطان وذلك عن طريق حقن جسيمات مغناطيسية سائلة متناهية الصغر مباشرة داخل الورم وتطبيق مجال كهرومغناطيسي خارجي، حيث يتم تدمير الورم عن طريق تسخينه من الداخل إلى الخارج.

يمكن لهذه التطورات وغيرها أن تعود بالنفع على العالم العربي وذلك عن طريق تقليص كمية الدواء وكشف وعلاج عدد كبير من أنواع السرطان وغيرها من الأمراض، مما سيسهم في ازدهار المجتمع والاقتصاد ككل.

ج – تقنيات النانو في المياه والبيئة

يتجلى التحدي الأكبر والأهم حاليا في إيجاد حلول ايجابية لمشكل ندرة المياه، حيث تفتقر العديد من دول العالم إلى مصادر المياه النظيفة. وقد ذكرت منظمة الأمم المتحدة أن ما يقارب مليار شخص في البلدان النامية والمتقدمة بما في ذلك بعض الدول العربية لا يتوفرون على المياه النظيفة. ففي البلدان الأكثر تقدما على سبيل المثال، تتسبب الأدوية والمبيدات الحشرية في تلوث المياه. في حين أن الدول العربية لا تحصل إلا على1٪ من إجمالي الموارد المائية في العالم أي حوالي 500 متر مكعب للفرد سنويا، حيث يتم تخصيص 85٪ من هذه الموارد لأغراض الزراعة. كما أن 12 دولة عربية تعاني من نقص حاد في المياه حسب أحدث الإحصاءات الصادرة عن الأمم المتحدة. ولهذا السبب، يدعو برنامج الأمم المتحدة للبيئة الدول العربية إلى اتخاذ الإجراءات اللازمة من أجل وضع خطة متكاملة لإدارة الموارد المائية واعتماد تكنولوجيات جديدة.

يشكل تلوث الموارد المائية بالمعادن الثقيلة مصدر قلق كبير على جميع الأصعدة نظرا للتأثير السلبي على صحة الإنسان والأحياء الأخرى. وقد أصبح مشكل تلوث البيئة والمياه من القضايا الرئيسية في السنوات الأخيرة بسبب تفريغ الأصباغ الملونة والسامة في نظام إمدادات المياه.[17،18] .

إن وجود الأصباغ مثل الميثيلين الأزرق وغيرها من الفينولات والأصباغ الفينولية بالماء والبيئة يؤثر بشكل كبير على الإنسان والحيوان والنبات. وقد تبين أن وجود مثل هذه الأصباغ يمكن أن يغير طبيعة المياه ويمنع تغلغل أشعة الشمس[19]. كما تحتوي مياه الصرف الصحي على عدد كبير من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، وبالتالي فإن تعقيم المياه يعتبر أمرا مهما للغاية للحفاظ على نظافة البيئة والموارد المائية.

ساهمت المواد متناهية الصغر في خفض تكلفة التصدي للكثير من المشاكل البيئية مثل معالجة مياه الصرف الصحي والحد من التلوث والعلاج المضاد للبكتيريا. وتتميز الجسيمات متناهية الصغر بشساعة مساحتها وتفاعلها القوي مع غيرها من المواد[20،21]، حيث تعمل هذه المواد على معالجة المياه الملوثة، وكشف الملوثات البيئية وإزالتها[22،23] كما يمكن استعمال المرشحات لإزالة المواد الكيميائية والمواد المسرطنة من المياه بكفاءة غير مسبوقة. وبالفعل، تساهم مرشحات النانو في خلق جيل جديد من محطات المعالجة التي تعمل على تنقية كميات كبيرة من المياه في وقت قصير[24].

الشكل (4): تنظيف المياه العذبة الصالحة للشرب بالزرنيخ[24]

(Image Source: www.sciencedaily.com, Image courtesy of Rice University)

د- تقدم تقنيات النانو الحديثة في مجال معالجة وتحلية المياه هي:

- الحصول على المياه الصالحة للشرب بأسعار معقولة عن طريق كشف سريع وأرخص للشوائب في المياه والعمل على ترشيح المياه وتنقيتها. على سبيل المثال، يمكن استخدام التفاعلات المغناطيسية بين الجسيمات النانوية من إزالة الزرنيخ أو رابع كلوريد الكربون من المياه.
- تطوير مواد ضوئية لتنظيف المياه باستخدام الطاقة الشمسية.
- تطوير مرشحات ذات بنية نانومترية قادرة على إزالة الفيروسات من المياه.
- اعتماد تقنية إزالة الأيونات أقل استهلاكا للطاقة باستخدام ألياف النانو لتحلية المياه.
- تطوير أجهزة استشعار نانوية حساسة للرصد والكشف عن الملوثات في المياه.

- تطوير أغشية ألياف النانو لإزالة الملح من المياه.
- تطوير الأقطاب المسامية المصنوعة من المواد متناهية الصغر التي يمكن استخدامها في تحلية المياه بالسعة.

إن معدل تلوث الهواء المسجل في الدول العربية هو من بين أدنى معدلات تلوث الهواء في العالم. وربما يرجع هذا بالأساس إلى انخفاض مستوى النشاط الصناعي. فعلى سبيل المثال، يبلغ معدل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصادرة عن البلدان العربية 1.348.4 طن متري، مقارنة مع بلدان أخرى في العالم (12.162.9 طن متري). وبالتالي، تأتي المنطقة العربية في موقف متواضع مما هو عليه الحال في الدول من حيث الانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري وتغير المناخ (أقل من 4.7٪ من ثاني أكسيد الكربون)، حسب تقارير التنمية البشرية العالمية ومؤشرات التنمية في العالم للسنوات الأخيرة ومع ذلك، فإن بعض الدول العربية وخاصة الدول المنتجة للنفط والغاز تساهم بشكل كبير في ارتفاع نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل فرد.

كما يعد مجال حماية البيئة من أبرز المجالات التطبيقية التي توليها تكنولوجيا النانو اهتماماً كبيراً وذلك نظراً إلى الترابط بين صحة الإنسان والظروف البيئية التي يعيش فيها، حيث تعمل تكنولوجيا النانو على ابتكار طرق جديدة لمنع الملوثات السامة ورصد تأثيرها على البيئة وتنقية الهواء والتقليل من الانبعاثات الصناعية بأقل تكلفة.

هـ - تقنيات النانو في مجال الزراعة

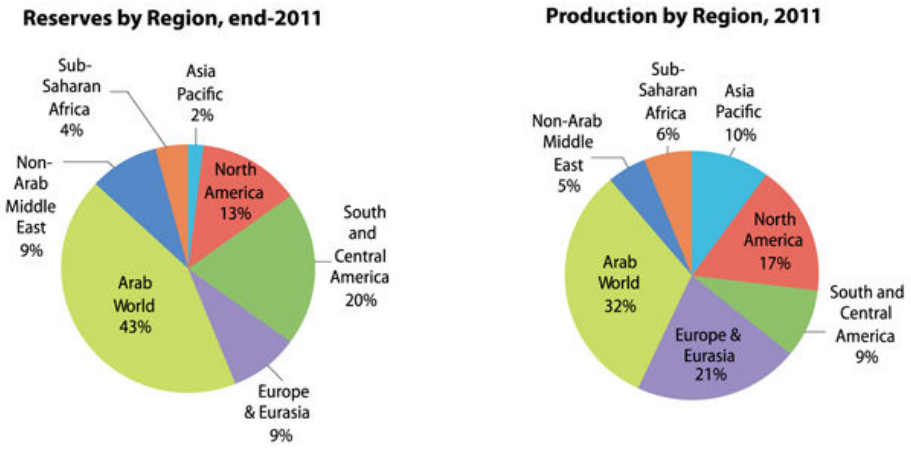
تعاني الزراعة في العالم العربي من العديد من المشاكل مثل محدودية الموارد المائية ونقص الموارد المائية المتجددة والطلب المتزايد على الغذاء الآمن والصحي، فضلا عن المخاطر التي تهدد الإنتاج الزراعي والسمكي من تقلبات المناخ والأمراض وغيرها.

وفي هذا الصدد، يمكن لتقنية النانو الارتقاء بالقدرات الزراعية والغذائية عن طريق استخدام أدوات جديدة للكشف السريع للأمراض ومعالجتها الجزيئية. كما أنها تلعب دورا حاسما في الإنتاج الزراعي من خلال استخدام المواد النانوية في وقاية النبات والتسميد وترشيد استهلاك الماء. وبالتالي، سيساعد استخدام المواد النانوية في الزراعة في العديد من المجالات مثل:

- تطوير المواد النانوية مثل الهلاميات المائية التي يمكن أن تكون مختلطة مع مياه التربة وتخزين المياه ومنع تبخرها.
- وضع حبيبات السماد جديدة للحد من استخدام الفائض من الأسمدة الخطرة.
- تطوير مواد جديدة تعتمد على جزيئات النانو البوليمرية ومركبات النانو لاستخدامها في أنظمة توزيع المياه.[25]

و - تطبيقات تقنيات النانو في مجال صناعة النفط والغاز

تمتلك الدول العربية احتياطات نفطية هائلة (713.6 بليون برميل) والتي تمثل 43٪ من إجمالي الاحتياطيات العالمية المؤكدة. كما أنها تنتج 26.3 مليون برميل يوميا (2011)، وهو ما يقرب من ثلث إمدادات النفط العالمية.[26]



شكل رقم5: احتياطات النفط حسب المناطق في العالم

يمكن استخدام تكنولوجيا النانو لتطوير عملية التنقيب عن النفط والغاز وكيفية إنتاجهما. كما تعمل المواد النانوية على تحسين التوصيل الحراري والعزل والحد من تآكل المواد وبالتالي إنتاج الطاقة الحرارية الأرضية. علاوة على ذلك، يمكن أن تزيد تقنية النانو من سرعة عملية الحفر باستخدام السائل نانو، مما يؤدي إلى الحد من الأضرار التي لحقت بالصخر الخازن في البئر واستخراج المزيد من النفط.

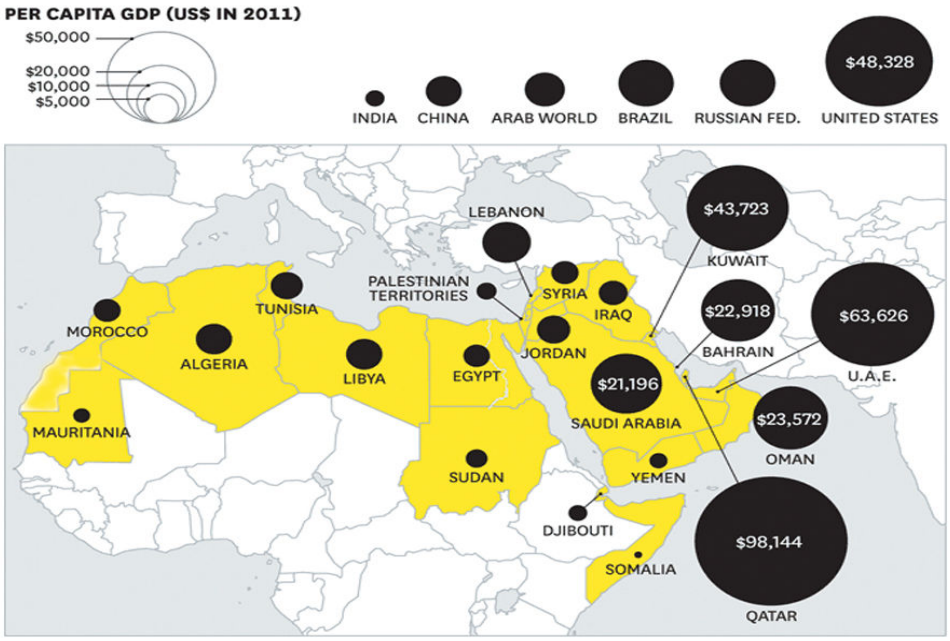
يمكن استخدام تكنولوجيا النانو على نطاق واسع من أجل اعتماد موارد غاز قياسية وغير تقليدية، وتحسين جودة الغاز الطبيعي المسال (LNG) وتطوير البنية التحتية وتحويل الغاز إلى السوائل من خلال تطوير خطوط أنابيب ممتازة، ومنصات عائمة لتحويل الغاز إلى سوائل. والأهم من ذلك، فإن تقنية النانو يمكن استخدامها لتطوير محفزات النانو والأغشية النانوية لتحويل الغاز إلى سوائل، واستخدام المواد النانوية لنقل الغاز الطبيعي المضغوط أو نقل الكهرباء لمسافات طويلة.[27]

إن التطورات المحتملة لتكنولوجيا النانو في صناعة النفط والغاز هي:

- يمكن لتقنية النانو تحسين أداء معدات الحفر عن طريق زيادة قوتها ومتانتها في ظل الظروف القاسية مثل درجات الحرارة العالية والضغط العالي.
- وضع مواد نانوية جديدة نافرة للمياه وقابلة للذوبان في الماء للتطبيقات الخاصة بمياه الفيضانات في عملية الحفر.
- تصميم أجهزة استشعار النانو لقياس درجات الحرارة والضغط وتقنيات التصوير لاستخدامها خلال العمليات البيئية المتطرفة مثل الآبار العميقة وتوفير البيانات وترشيد تكلفة الحفر.

ز- التطبيقات الصناعية لتقنيات النانو

يعتبر اقتصاد العالم العربي واحدا من أسرع الاقتصادات النامية على مستوى العالم، حيث تشير الإحصائيات إلى ارتفاع الناتج المحلي للدول العربية ليصل إلى أكثر من 2.3 تريليون دولار في عام 2011، والتي تجعل منه ثامن أكبر اقتصاد في العالم كما هو مبين في الشكل أدناه.[28- 29]



شكل رقم6: الناتج المحلي الإجمالي في العالم العربي [30]

ولذلك، فإن اعتماد تكنولوجيا النانو في العالم العربي سيساهم في دفع عجلة الاقتصاد والحد من البطالة و خلق فرص عمل جديدة.

حيث ان تكنولوجيا ستستخدم بالدول العربية في السلع الاستهلاكية حيث تم إدراج المواد النانوية في مختلف الصناعات والمنتجات. هناك العديد من المنتجات في السوق التي تحتوي على المواد النانوية التي لم تدخل في تكوينها من قبل إلا أن الكثير من الناس لا يدركون هذا. فعلى سبيل المثال، أصبحت بعض المنتجات سهلة التنظيف أو لها خصائص مقاومة للخدش. كما أن السيارات الجديدة أصبحت أخف وزنا وأكثر قوة ومصنوعة من أنابيب الكربون.

كما يمكن استخدام تكنولوجيا النانو في القطاعات الصناعية التالية:[31]

➢ قطاع الأغذية:

تعمل تقنية النانو على تطوير التغليف الذكي للمنتجات من أجل المحافظة على جودة وسلامة الأطعمة وحفظها بشكل يجعلها طازجة وتحسين خواص مواد التغليف من الناحية الميكانيكية والكيماوية وجعلها قوية ومقاومة للحرارة وظروف البيئة، فضلا عن تطوير أجهزة استشعار للكشف عن البكتيريا والفطريات ومراقبة جودة الأغذية وأخرى للكشف عن تواجد المبيدات في الفواكه والخضروات وغيرها من الأجهزة والأنظمة النانوية التي تساعد على أمن وسلامة الأغذية. كما تقوم مجموعة من الشركات والمؤسسات بتطوير أنظمة تغليف ذكية للمواد الغذائية مثل تلك التي تستعمل أجهزة استشعار تتأثر بالغازات ويتغير لونها عند فساد الغذاء وخروج الغازات منه، وأخرى تستخدم مواد نانوية تقلل دخول الأكسجين وتحافظ على رطوبة المنتج.

إن تقنية النانو لها تأثيرات كبيرة على تطوير الغذاء الوظيفي والتفاعلي الذي يستجيب لاحتياجات الجسم ويستطيع أن يوصل التغذية بشكل أكثر كفاءة.

➢ مواد البناء والعوازل:

تطوير مواد نانوية أرخص تكلفة وأخف وزنا، مواد قوية وآمنة وصديقة للبيئة مثل أنابيب الكربون النانوية والهلامات الهوائية، ونانو الإسمنت، والمركبات النانوية.

- تطوير أجهزة استشعار نانو لمراقبة كل شيء في المبنى.
- استعمال النفايات المستخدمة لتصميم مواد نانوية مستدامة جديدة لاستخدامها في المباني الجديدة.
- تطوير جسيمات متناهية الصغر لمكافحة تآكل طلاء لمنع الضرر الهيكلي.

- وضع مواد غير قابلة للاشتعال وعازلة للحرارة للحد من استهلاك الطاقة وتعزيز السلامة في المباني.

➢ الغزل والنسيج:

- تطوير ألياف النانو لجعل النسيج أقل انكماشا عند تنظيفه بالماء ومعيق لاختراق اللطخات.
- تطوير أقمشة مقاومة للحرارة.
- تطوير نسيج من أغشية جزيئات النانو.
- تطوير منسوجات وألبسة ذكية لرصد درجة حرارة جسم الإنسان ومعدل ضربات القلب وأجهزة الشحن الشمسية.
- تطوير أنسجة ملابس مضادة للبكتيريا عند تعرض الإنسان للجروح.

➢ الفضاء والسيارات:

- تطوير مواد أخف وزنا وأكثر قوة للطائرات لتحسين أدائها وخفض استهلاك الطاقة.
- تطوير مواد أخف وزنا وأكثر قوة للمركبات لجعلها أسرع وأكثر أمنا.
- تطوير زيوت التشحيم لمحركات الاحتراق لزيادة مقاومة الحرارة.
- تطوير عازل النانو للأجزاء الخارجية للطائرات والسيارات لتقليل قوة السحب، وبالتالي خفض استهلاك الوقود.
- تطوير المواد النانوية ذات خصائص مقاومة للخدش للسيارات.

➢ المحفزات:

تتوفر محفزات النانو على مساحة كبيرة للغاية وتعتبر إحدى المواد النانوية الهامة في العديد من القطاعات مثل قطاع النفط والغاز ومعالجة المياه وإنتاج الطاقة والمواد الكيميائية والوقود والمحولات الحفازة والخلايا الشمسية وخلايا الوقود. كما أنها تعتبر واحدة من التطبيقات الهامة في العالم العربي لأنها تساهم في حل الكثير من المشاكل لمعالجة المياه، ويمكن استخدامها في صناعة البتروكيماويات وتكرير النفط وتقليص حجم الواردات من الشركات الأجنبية. يمكن استخدام محفزات النانو في العديد من التطبيقات:

- خفض كمية البلاتين في المحولات الوسيطية للسيارات.
- استخدام التيتانيوم وثاني أكسيد الزنك لمعالجة المياه وتنقية الهواء.
- استخدام محفزات النانو منخفضة الحرارة للبتروكيماويات للحد من استهلاك الطاقة.
- استخدام محفزات النانو لإنتاج المواد الكيميائية ومواد بلاستيكية جديدة.
- إنتاج الوقود من الهواء
- استخدام المحفزات الضوئية لإنتاج وقود الهيدروجين.
- استخدام المحفزات الضوئية لتحويل ثاني أكسيد الكربون إلى الكربون والأكسجين باستخدام أشعة الشمس.
- اعتماد هندسة المواد البلاستيكية القابلة للتحلل مع الخصائص الحرارية والميكانيكية والكهربائية الفائقة لتسهيل عملية تحلل الأكياس البلاستيكية.

IV . دراسة حالات (Case Studies)

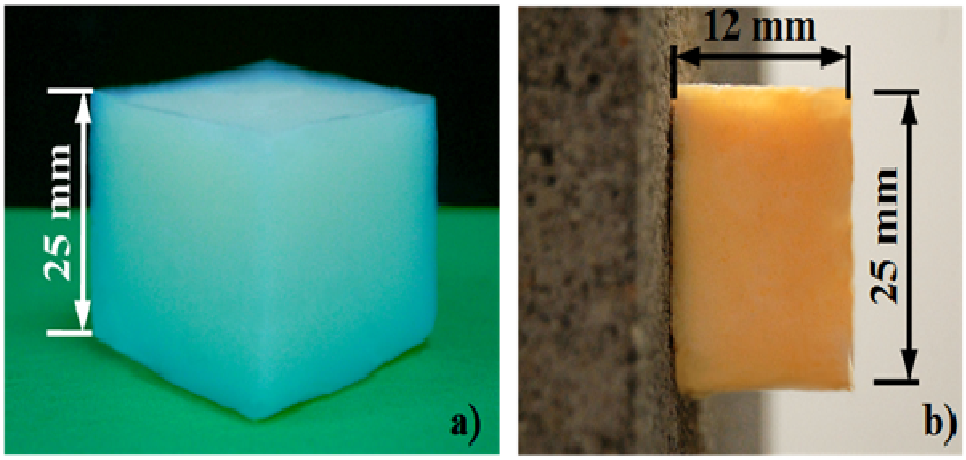
- **دراسة حالة رقم 1: مادة الهلام هوائي للعزل الحراري**[32]

يصمم العزل الحراري خصيصا للحد من استهلاك الطاقة والحفاظ على درجات حرارة مقبولة في المباني. هناك العديد من المواد العازلة المستخدمة للحد من استهلاك الطاقة وخفض الحرارة في المباني مثل: السليلوز، الصوف الزجاجي والصوف الصخري والبوليستيرين، رغوة يوريتان ...، إلا أن معظم هذه المواد تعتبر أقل فعالية وأكثر تكلفة.

إيروجل السيليكا هي مادة شفافة مسامية منخفضة الكثافة وذات قدرة كبيرة على عزل الحرارة، يعتمد في تصنيعها على أكاسيد الفلزات أو السيليكا وتستخدم كعوازل للحرارة والصوت وفي التطبيقات الفضائية والجوية. نظرا لمساحة سطحها المرتفع تدخل في العديد من التطبيقات مثل امتصاص المواد الكيميائية لتنظيف الانسكابات وهذه الميزة تعطي أيضا إمكانية كبيرة لتكون حافزا أو عاملا محفز.

وقد حقق الدكتور خالد سعود ومساعده الأمريكي الدكتور ماسيمو، بتمويل مع الصندوق القطري للبحث العلمي، إنجازا هاما في مجال تصنيع الهلام الهوائي إيروجل السيليكا ، حيث يمكن توليف الهلام الهوائي الجديد في بوتقة واحدة. كما أصبح صنع المنليت يستغرق بضع ساعات فقط بدلا من أيام دون اللجوء إلى استعمال كميات كبيرة من المذيب النقي. ولقد تم اعتماد الكيمياء الأساسية والمحفزة حمضيا لتوليف العينات بالإضافة إلى تركيز متنوع من آلكوكسيد.

تتراوح كثافة ايروجيل آلكوكسيد بين 0.06 و0.17 g cm-3 وذلك حسب تركيز آلكوكسيد ، في حين تتراوح مساحة سطحها ما بين 300 و500 m2 g-1. كما يبين الرسم رقم 1 الأيروجيل المولف شكل رقم 17.



شكل رقم7: استعمال مادة الايروجيل لخفض استهلاك الطاقة

○

علاوة على ذلك، فقد تم ابتكار طرق تصنيع بديلة لإنتاج قطع غيار مخصصة ذات بنية ميكانيكية قوية وذلك عن طريق تقوية المناطق الأكثر التماسا مع البوليمر. كما تم تصنيع قطع غيار مخصصة لاستخدامها كمواد عازلة على أجزاء معينة من محركات الاحتراق الداخلي، وحماية العناصر الهيكلية في المبنى من الحريق، وصنع أحذية خفيفة الوزن للطقس البارد جدا.

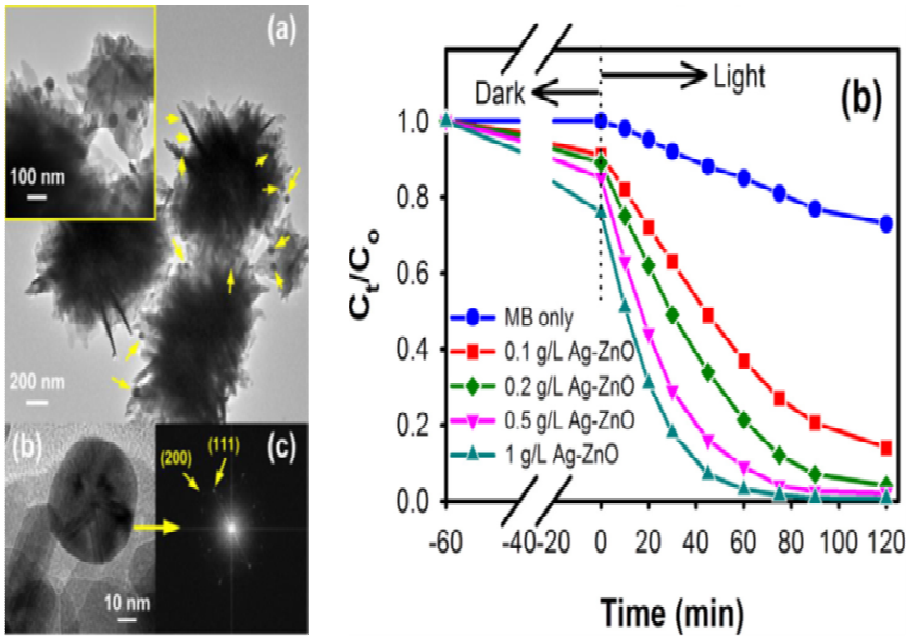
وبالتالي، يمكن أن يشجع هذا البحث على تصنيع المواد المحافظة على الطاقة التي يمكن استخدامها في المنطقة العربية للحد من استهلاك الطاقة خاصة في الدول العربية التي تعرف ارتفاع درجات الحرارة مثل دول الخليج.

- **دراسة الحالة رقم 2: استعمال الفضة / أكسيد الزنك (Ag/ZnO) لمعالجة مياه الصرف الصحي**[33]

من المتوقع أن تشهد 48 دولة بحلول عام 2025 نقصا حادا في الموارد المائية، حيث يعاني ما يربو على 600 مليون شخص في العالم حاليا من ندرة المياه. ولهذا السبب، يجب اللجوء إلى تكنولوجيا النانو التي كشفت عن طرق جديدة ومبتكرة للتصدي لمشكل ندرة المياه وذلك عن طريق تقديم حلول مصممة خصيصا لكيفية تنظيف المياه وإزالة الملوثات من مياه الصرف الصحي، وجمع المياه من الجو المحيط باستخدام التقنيات العديدة التي تعتمد على تقنية النانو وهو أمر غير ممكن مع التكنولوجيات الحالية.

تأتي علوم وتقنيات النانو لتوفير حلول ناجعة ترتكز بالأساس على فكرة إعادة تدوير مياه الصرف الصحي وتحويلها لمصدر مستدام لإنتاج مياه صالحة للشرب واستخدامها لأغراض الري.

قام الدكتور خالد سعود ومساعده الدكتور جويديب دوتا بتطوير فضة جديدة تحتوي على أكسيد الزنك محفز (Ag/ZnO) لمعالجة مياه الصرف الصحي وتمكينها من إزالة الصبغة السامة وقتل البكتيريا في الماء. بعد اختبار التصوير المحفز لتلون MB في الماء تحت أشعة الشمس مرئية واستعمال نظام UV/Ag/ZnO ، تبين أن الجسيمات النانوية لـ Ag/ZnO تقوم بإزالة أزرق الميثيل (MB) من المياه. كما يؤكد نظام UV/Ag/ZnO إزالة MB من المحاليل المائية التي تحتوي على 5 ملغ / L MB باستخدام كمية صغيرة من Ag/ZnO . وقد تم التحقق من أنشطة فوتو كاتاليتيك لنظام Ag/ZnO تحت الضوء وفي الظلام وتشير النتائج إلى أن الحافز يتوفر على مضادات للجراثيم ومحفزات في الضوء المرئي وفي الظلام.



شكل رقم8: انتقال الإلكترون المجهري صورة من Ag/ZnO photocatalyst والميثيلين الأزرق

V. خلاصة

إن تقنيات النانو أو التقنيات المتناهية الصغر هي نتاج العلم الذي يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي. كما تهتم هذه التقنية بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من الميليمتر .عادة تتعامل تقنية النانو مع قياسات بين 0.1 إلى 100 نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة. وهي أبعاد أقل كثيرا من

أبعاد البكتيريا والخلية الحية .حتى الآن لا تختص هذه التقنية بعلم الأحياء بل تهتم بخواص المواد، وتتنوع مجالاتها بشكل واسع من أشباه الموصلات إلى طرق حديثة تماما معتمدة على التجميع الذاتي الجزيئي .هذا التحديد بالقياس يقابله اتساع في طبيعة المواد المستخدمة، فتقنية النانو تتعامل مع أي ظواهر أو بنايات على مستوى النانو الصغير. مثل هذه الظواهر النانوية يمكن أن تتضمن تقييد كمي التي تؤدي إلى ظواهر كهرومغناطيسية وبصرية جديدة للمادة التي يبلغ حجمها بين حجم الجزيء وحجم المادة الصلبة المرئي.

تسعى الدول العربية جاهدة لتحقيق التنمية الصناعية المستدامة وتعزيز قدرتها التنافسية والتحول إلى اقتصاد قائم على المعرفة وتلبية متطلبات النمو للحاق بركب التقدم العلمي والتكنولوجي في العالم. تستخدم تكنولوجيا النانو من أجل إيجاد حلول ملائمة لمختلف المشاكل العالقة والقضايا المطروحة في شتى المجالات كالطاقة والزراعة والطب والصحة والحد من تلوث البيئة. ومن المتوقع أن تبلغ تكلفة الإنتاج من المواد والمنتجات والتقنيات والخدمات 2.6 تريليون دولار في عام 2015 مما سيؤدي إلى خلق أكثر من 7 مليون منصب شغل في العام نفسه.

وأخيرا، ينبغي على الدول العربية أن تعتمد وتستثمر بكثافة في تقنية النانو وغيرها من مجالات العلم والتكنولوجيا للنهوض بمجالات المعرفة والإنتاج وتعزيز التنمية التكنولوجية لتصبح من المجتمعات القائمة على العلم والمعرفة.

VI. التوصيات

استنادا إلى الدراسة حول التطبيقات الصناعية لتقنيات النانو في العالم العربي ونتائج ورشة العمل التي تم عقدها بالأردن خلال الفترة الممتدة بين 16- 17 نوفمبر2015، تبين أنه على البلدان العربية والمستثمرين الخواص تبني العديد من التطبيقات الخاصة بتقنيات النانو وجلب الاستثمارات، خاصة في المجالات التالية :

- اعتماد المواد النانوية في مواد البناء: من المتوقع أن تزيد الحروب والأضرار الهيكلية الكبرى التي ألقت بظلالها على المنطقة من خطر استنزاف المواد المتوفرة لإعادة بناء البنية التحتية لسوريا وليبيا وغزة واليمن. وبالتالي، إن تصميم مواد جديدة من الموارد المحلية ذات خصائص استثنائية وإعادة تدوير مواد بناء نانوية سيساهم بالتأكيد في العثور على حلول ناجعة لمثل هذه التحديات والتحكم في زمام الأمور.
- اعتماد المواد النانوية في النفط والغاز: يعتبر النفط والغاز بمنزلة المورد الأساسي في أغلب بلدان العالم العربي، وعليه، فإن الاستثمار في مجال تطوير المواد النانوية من الموارد المحلية والمعادن مثل المحفزات من شأنه تحقيق وفورات مالية وخفض تكلفة الشحن وخلق فرص عمل جديدة.
- اعتماد المواد النانوية في العوازل: إن العمل على تطوير مواد عازلة للعديد من التطبيقات مثل عوازل ذاتية التنظيف وعوازل مضادة للجراثيم وعوازل حرارية سيؤدي إلى تقليص استهلاك الطاقة والمياه وخفض تكاليف الرعاية الصحية.
- اعتماد المواد النانوية لمعالجة مياه الصرف الصحي وتحلية المياه: تتميز هذه المواد بخصائص فريدة قادرة على جعل مياه الصرف الصحي صالحة للاستخدام الزراعي

والمنزلي. كما سيساهم تطوير أغشية جديدة لتحلية مياه البحر في توفير مياه نظيفة وصالحة للشرب.

- اعتماد المواد النانوية في الزراعة: سوف يساعد تطوير أسمدة نانوية جديدة ووضع أنظمة ري ذكية على خفض انبعاث أكسيد النيتروجين وتقليص استهلاك المياه.
- لا شك أن اعتماد الوسائل التكنولوجية في جميع بقاع العالم يساهم بشكل أو بآخر في معالجة العوائق التي تعترض طريق نجاح هذه الدول في شتى المجالات. ولهذا ، فإن تطوير المكونات النانوية والعوازل سيسمح باستخدام مثل هذه التقنيات في العالم العربي. على سبيل المثال، تفقد الخلايا الشمسية ما لا يقل عن نصف فعاليتها عند تعرضها للغبار. وبالنظر إلى هذه المعطيات، يتضح لنا أن استخدام عوازل سهلة التنظيف أو ذاتية التنظيف سيمكن من المحافظة على فعالية هذه الخلايا وتقليل عدد مرات تنظيفها.

قائمة المراجع

[1] EIA, Annual Energy Outlook 2006, National Energy Modeling System, and System for the Analysis of Global Energy Markets (2006)

[2]Kingdom of Saudi Arabia Ministry of Economy and Planning http://www.mep.gov.sa

[3]Nanotechnology could help Arab region (2010, February 21) retrieved 30 October 2015 from http://phys.org/news/2010-02-nanotechnology-arab-region.html

4Alfeeli, Bassam, Tariq Mohiuddin, and Khaled Saoud. "Current Status of Nanotechnology in Arab Gulf States, ." In Conference: 12th IEEE International Conference on Nanotechnology (IEEE-NANO). Birmingham, ENGLAND, 2012.

5Bassam Alfeeli * , Ma ' moun Al-Rawashdeh , A li Bumajdad , Haider Al Lawati , Mohamed Abdelgawad , Zouhair M. Baccar , Issam Ben Salem and Faysal Benaskar A review of nanotechnology development in the Arab World, Nanotechnol Rev 2013; aop, DOI 10.1515/ntrev-2012-0070.

[6] Wang, Zhong Lin, and Wenzhuo Wu. "Nanotechnology-Enabled Energy Harvesting for Self-Powered Micro-/Nanosystems." Angewandte Chemie International Edition 51.47 (2012): 11700-11721.

[7] Hirshman , W.P. , Hering , G. , and Schmela , M. (2008) Photon Int. , 152 .

[8] Stockman, M. (2004) Nat. Mater. , 3 , 423 ..

9Singh , R.S. , Rangari , V.K. , Sanagapalli ,S. , Jayaraman , V. , Mahendra , S. , andSingh , V.P. (2004) Solar Energy Solar Cells , 82 , 315 .

10Gr ä tzel , M. (2003) Proceedings of The 1st
International Symposium on Sustainable
Energy System, Kyoto, Japan 2003 .

11O ' Regan , B. , and Gr ä tzel , M. (1991), Nature , 353 , 737 .

[1]2 Nazeerudin , M.K. , Kay , A. , Rodicio , I. , Humphry Backer , R. , Mueller , E. , Liska , P. , Vlachopoulos , N. , and
Gr ä tzel , M. (1993) J. Am. Chem. Soc. , 115 , 6382 .

13Peumanns , P. , and Forrest , S.R. (2001) Appl. Phys. Lett. , 79 , 126 .

[1]4 25 Xue , J. , Uchida , S. , Rand , B.P. , and Forrest , S.R. (2004) Appl. Phys. Lett. , 84 , 3013 .

15Nanotechnology for the Energy Challenge. Edited by Javier Garcia-Martinez © 2009 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim ISBN: 978-3-527-32401-9

16Merkle, Ralph C. "Nanotechnology and medicine." Advances in Anti-Aging Medicine 1, no. 1 (1996).

17P.A. Pekakis, N.P. Xekoukoulotakis, D. Mantzavinos, Treatment of textiledyehouse wastewater by TiO2 photocatalysis, Water. Res. 40 (2006) 1276-1286.

18M. A. Rauf, I. Shehadeh, A. Ahmed, and A. Al-Zamly, *Removal of Methylene Blue from Aqueous Solution by Using Gypsum as a Low Cost Adsorbent*, vol. 55, World Academy of Science: Engineering and Technology, 2009.

19M. Constapel, M. Schellentrager, J.M. Marzinkowski, S. Ga¨b, Degradation of reactive dyes in wastewater from the textile industry by ozone: Analysis of the products by accurate masses, Water. Res. 43 (2009) 733-743.

20Environmental Protection Agency, US Environmental Protection Agency Report EPA 100/B-07/001, EPAWashington DC 2007.

21Moser, W.R. and Editor, *Advanced Catalysts and Nanostructured Materials: Modern Synthetic Methods*. 1996. 592 pp.

22Valden, M., X. Lai, and D.W. Goodman, *Onset of catalytic activity of gold clusters on titania with the appearance of nonmetallic properties.* Science (Washington, D. C.), 1998. 281(5383): p. 1647-1650.

23Jiu Jinting, Li Chunxia, Wang Caifeng etc. (2002). The Dispersibility and Application of Nanometer Zinc Oxide in Water [J]. Dyeing and Finishing, (1):1-2.

24Kulkarni, Sulabha K. "Nanotechnology and Environment." In Nanotechnology: Principles and Practices, pp. 349-354. Springer International Publishing, 2015.

25http://web.worldbank.org/archive/website01418/WEB/IMAGES/FOODSECU.PDF

26http://ncusar.org/blog/2013/03/basic-facts-about-oil-and-gas-in-the-arab-world/

27Abdollah Esmaeili, National Iranian South Oil Company (NISOC), PETROTECH conference ,2009, NEW DELHI, INDIA.

28Population data are from IMF's World Economic Outlook Database and World Bank's World Development Indication database

29HBR review – Understanding the Arab Consumer

30http://bsacmena.com/understanding-the-arab-consumer/

31Suresh Neethirajan, Digvir Jayas. 2009. Nanotechnology for food and bioprocessing industries. 5th CIGR International Technical Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management, Potsdam, Germany. 8 p.

32White, L. S., M. F. Bertino, G. Kitchen, J. Young, C. Newton, R. Al-Soubaihi, S. Saeed, and K. Saoud. "Shortened aerogel fabrication times using an ethanol–water azeotrope as a gelation and drying solvent." Journal of Materials Chemistry A 3, no. 2 (2015): 762-772.

33Saoud, Khaled, Rola Alsoubaihi, Nasr Bensalah, Tanujjal Bora, Massimo Bertino, and Joydeep Dutta. "Synthesis of supported silver nano-spheres on zinc oxide nanorods for visible light photocatalytic applications." Materials Research Bulletin 63 (2015):

نبذة عن الدكتور خالد سعود

الدكتور/ خالد السعود هو أستاذ الفيزياء في جامعة فرجينيا كومنولث الأمريكية في قطر وهو باحث متميز في مجال مركبات وتكنولوجيا النانو والمواد المتقدمة. وقد حصل على الدكتوراه في قسم الفيزياء الكيميائية في عام 2005 . التحق في عام 2008 بجامعة فرجينيا كومنولث في قطر،واستهل برنامج بحوثة في المواد المحفزة Nanocatalysts ، والمواد النانوية المسامية عالية العزل الحراري، وتطوير الأغشية الحفازة الجديدة للحصول على الطاقة، ومعالجة المياه، والتطبيقات البيئية .وتتميز المسيرة المهنية للدكتور خالد بمزيج من الخبرة الصناعية والأكاديمية داخل مجال تقنية النانو شغل عدة مناصب صناعية في الشركات الأميركية الكبرى مثل شركة فيليب موريس الولايات المتحدة الأمريكية، شركة إنتل، وشركة نوفا لأدوات القياس .. ونشر أكثر من 39 ورقة بحثية في مجال تكنولوجيا النانو ، ويحمل العديد من براءات الاختراع في الولايات المتحدة. ونظم وحضر وشارك في العديد من المؤتمرات المحلية والإقليمية والدولية المتخصصة كما زار جامعة كاليفورنيا في لوس انجلوس كباحث زائر للعمل علي المواد النانو مترية لتخزين الهيدروجين وثاني أوكسيد الكربون. وفاز بالعديد من الجوائز ،ومنها جائزة شركة فيلي بموريس الولايات المتحدة الأمريكية وجائزة جامعة فيرجينيا كومنولث في قطر للتميز والإنجاز في التدريس عام (2009) للتميز والإنجاز في البحوث في عام 2015 ، وجائزة مؤسسة قطر للبحوث في مؤتمر قطر السنوي البحثي" ARC13 " للصقتة في مجال بحوث الصحة، وجائأزة تحـــدي 22 لتصميم مادة مستدامة لاستعمالها في كاس العلم 2022. في الآونة الأخيرة ، حصل على منح مالية لتمويل ثلاثة مشاريع من صندوق قطر الوطني للبحوث (QNRF).

أهمية التكنولوجيا في تحقيق التنمية الصناعية المستدامة

(ربط البحث العلمي بالصناعة في الدول العربية)

إعداد : الدكتور عياد جلول
المشرف على قسم القطاع الخاص
المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين

تقديم :

تلعب الصناعة دورا كبيرا في نمو الاقتصاد، فهي ركيزة أساسية لدفع عجلته وهي قاطرة التنمية الاقتصادية التي هي المنفذ الأساس لإرساء قواعد الإنتاج. ويتميز القطاع الصناعي عن باقي القطاعات الإنتاجية الأخرى بأنه يعتمد في الأساس على الموارد الطبيعية، مما يستوجب أن يكون هناك تفاعل بين الجامعة وكلاً من الصناعة وقطاع الأعمال على حد سواء، مما يستدعي تعظيم دور الجامعة في المساهمة في تنمية ونهضة المجتمع بالإضافة إلى تعزيز عملية التعليم والبحث العلمي للحث على الابتكار وإيجاد الحلول للمشاكل المجتمعية المتنوعة ، وبهدف تحقيق التقدم والرخاء للدولة.

ومن اجل أن يحدث هذا الربط عبر قطاع واسع من الصناعات والشركات فلا ينبغي أن يقتصر على قطاعات الصناعة الرئيسة فقط، بل لابد وان يكون هذا الربط والتعاون بين المؤسسة الأكاديمية وقطاع الأعمال والصناعة.

ومما لاشك فيه فان التعاون بين الجامعات والصناعة يؤدى إلى منافع كثيرة ومتبادلة لكلاً من الطرفين ، حيث إن الجامعات وهي وعاء البحوث العلمية والمكان الأمثل لها (1)، وتتوفر على الموارد الفكرية والبنية التحتية عالية المستوى والأجهزة والإمكانيات العلمية ، وكذلك يوجد بالمؤسسات والشركات الصناعية من الخبرة العملية والإنتاجية

والموارد المالية وفرص التدريب وفرص عمل للخريجين والطلاب، مما يجعل من التعاون بين الجامعة والصناعة فرصة عظيمه وفائدة على جميع الأطراف مما يساعد في خدمة المجتمع و التنمية الصناعية المستدامة بشكل عام.

والمنظمة العربية للتنمية الصناعية في إطار أنشطتها الدائمة في مجال ربط البحث العلمي بالصناعة، وتنفيذا لتوصيات لجنة التنسيق لمؤسسات ومراكز البحوث الصناعية في الدول العربية ، وهي لجنة استشارية تعمل في إطار المنظمة، وتضم في عضويتها الجهات المعنية بالبحث الصناعي في الدول العربية التي تهدف إلى الربط بين جهات الإنتاج الصناعي ومراكز البحوث العلمية لتذليل معوقات نقل التكنولوجيا لقطاع الصناعة في الدول العربية ، ونشر الوعي بأهمية دور البحث العلمي في تحقيق صناعة عربية متطورة ورفع قدراتها التنافسية، (2) واستنادا إلى مرجعيات هامة انبثقت عن قرارات القمم العربية الاقتصادية لاسيما إعلان قادة الدول العربية في قمة سرت /ليبيا بتاريخ 28/مارس 2010 حيث أعرب القادة العرب عن (عزمهم زيادة الإنفاق على البحث العلمي والتقني وتوطين التقنية الحديثة ، وتشجيع رعاية الباحثين والعلماء وتطوير القدرات العربية العلمية إلى ربط نظم الإنتاج للوحدات الصناعية بمخرجات البحوث والتطوير، من خلال إقامة علاقة تكاملية بين مراكز البحث العلمي والابتكار والإبداع التكنولوجي مع المؤسسات الإنتاجية). (3) وفي إطار الجهود التي تبذلها المنظمة في سبيل تحقيق تنمية مستدامة، انطلاقا من أهدافها ورؤيتها في نشر الوعي بأهمية البحث العلمي والتطوير التكنولوجي في تحقيق تنمية صناعية متطورة وتذليل معوقات نقل وتطويع التكنولوجيا لقطاع الصناعة في الدول العربية، وتشجيع الشركات الصناعية العربية على طلب خدمات مراكز البحوث العلمية ، وبلورة برنامج عربي لربط مؤسسات البحث العلمي والتطوير التكنولوجي بقطاع الصناعة استرشادا بتجارب عربية ودولية ناجحة ، وتشجيع الابتكارات والبحوث التطبيقية لتحويلها إلى سلع وخدمات لخلق فرص عمل جديدة ورفع القيمة المضافة بالمواءمة مع القطاع الصناعي العربي (العام والخاص).

كما انه اعتبارا من ان العالم اصبح يعطي المسألة العلمية والتكنولوجية الأولوية المطلقة من خلال تبني استراتيجيات فاعلة تأخذ بعين الاعتبار هذه المسألة حيث ان أهداف التنمية المستدامة للعام 2030 التي اعتمدتها الأمم المتحدة في أجندتها لعام 2015، هو دليل على أن العالم بأجمعه عازم على تحقيق أهداف التنمية المستدامة، (الهدف 9 من الأهداف 17 للتنمية المستدامة) والتي تؤكد على إقامة بنى تحتية لتعزيز البحث العلمي وتحسين القدرات التكنولوجية في القطاعات الصناعية في جميع البلدان ولاسيما البلدان النامية وتشجيع الابتكار والزيادة بنسبة كبيرة في عدد العاملين في مجال البحث والتطوير وزيادة الإنفاق عليه من قبل القطاعين الخاص والعام.

وفي ضوء ما سبق وانطلاقا من أهمية ربط البحث العلمي بالصناعة يمكن لنا صياغة مشكلة الورقة التالية في التساؤلات الرئيسة التالية:

كيف يمكن تعزيز عملية الربط المأمول بين البحث العلمي والصناعة؟ ما هي جوانب الاستفادة التبادلية من تعزيز ربط العلاقة والتشبيك بينهما؟ ما هي ابرز المعوقات التي تحول دون تحقيق هذا الربط؟ ما المتطلبات والسبل التي يمكن لها ان تعزز عملية الربط بين البحث العلمي والصناعة ؟

ويتفرع عن هذا التساؤل عدة محاور فرعية ندرجها كما يلي:

أولا : أهمية البحث العلمي كرافد أساس للتنمية الصناعية

مما لا شك فيه أن ارتباط البحث العلمي بمتطلبات تنمية المجتمع في مجالات الصناعة والزراعة والخدمات وغيرها يعد أحد المرتكزات الأساسية للتنمية والتقدم في عصرنا هذا، الذي يحتل فيه البحث العلمي مكانة كبيرة في النواحي المختلفة. ولاشك أن علاقة البحث العلمي في التنمية الاقتصادية والاجتماعية ، والنتائج المترتبة على ذلك في رفع معدلات الإنتاج وتحسين نوعيته وإدخال الأساليب والتقنيات الحديثة في النشاطات

الإنتاجية والإدارية للمؤسسات التنموية ، يؤدي إلى تطويرها وزيادة مساهمتها في الدخل القومي للمجتمع .

فالبحث العلمي يعد أحد الركائز الأساسية للتنمية الشاملة وإنه لا يمكن فهم مسألة البحث العلمي إلا بارتباط وثيق وعضوي بمسألتين مهمتين هما العلم والتكنولوجيا، و نتيجة للإدراك الواعي للدور الحاسم الذي يمكن أن يلعبه البحث العلمي في النهوض بعملية البناء الاجتماعي والاقتصادي، قامت العديد من الجامعات في البلدان المتقدمة بإعادة النظر في بنائها الوظيفي والتنظيمي ليصبح البحث العلمي ليس مجرد إحدى المهام والوظائف الرئيسة ، بل الوظيفة المحورية للتنمية الاقتصادية ، وإن الدور الذي يمكن أن تقوم به الجامعات في البحث العلمي يمكن أن يؤدي إلى تنمية واقتصادية واجتماعية وثقافية حقيقية .

ومن هذا المنطلق فإن الجامعة لا يمكن أن تسهم في عملية التنمية إلا بتفعيل آليات عملها البحثي ، نحو الاهتمام بقضايا ترتبط بالتنمية ، عبر دراسات ميدانية لأنشطة المؤسسات في مختلف القطاعات الاقتصادية الصناعة والزراعة وقطاعات الاستخراج وتوليد الطاقة ، وقطاعات الصحة والتربية والخدمات، وغيرها، وتقديم نتائج الأبحاث العلمية للمؤسسات للاستفادة منها في تطوير أنشطتها الإنتاجية وتحسين آلية العمل والنشاط التنموي .

وبهدف ربط الأكاديمية بالصناعة أو الجامعة باعتبارها الوعاء الأمثل للبحث العلمي بالصناعة، لجأت العديد من الجامعات إلى توجيه الطاقات العلمية فيها من خلال تجمعات علمية صناعية يتوفر فيها المكان المناسب لربط أبحاث الجامعات والمؤسسات العلمية بالتطبيقات الصناعية , وهذا النوع من الارتباطات بين الجامعة ومؤسسات التنمية الاقتصادية والاجتماعية أصبح يعتبر شرطا ضروريا للتقدم الاقتصادي والمعرفي معا.

إن العلاقات البحثية بين اغلب الجامعات والمؤسسات الإنتاجية في الدول العربية من مؤسسات ومنشات تنموية إنتاجية هي أقل من حدها الأدنى. وبديهي أن أهم ما يربط البحث العلمي في الجامعة باحتياجات المجتمع والتنمية الاجتماعية والاقتصادية هو ما تتطلبه المؤسسات والمنشات من دراسات لربط وتحديث الصناعة و الزراعة أو الخدمات وغير ذلك ، باستخدامات التطوير التكنولوجي، ولان القوة المحركة للتطوير التكنولوجي هي البحث العلمي ، فقد اكتسب البحث العلمي وما يلعبه من دور محوري في خدمة التنمية الصناعية والاقتصادية أهمية كبيرة تتعاظم يوما بعد يوم وخاصة في ضوء المتغيرات الاقتصادية العالمية التي يشهدها العالم من تحرير التجارة وقوانين منظمة التجارة العالمية، والعولمة وما ترتب عن ذلك من بروز أجواء تنافسية حادة سيكون البقاء فيها للأقوى الذي يمتلك العلم والتكنولوجيا والتقنية والقدرة على الابتكار والتطوير وتحويل الأفكار الخلاقة إلى سلع ومنتجات منافسة، كل ذلك لا يمكن تحقيقه إلا من خلال عمليات دؤوبة في مجال البحث العلمي والتطوير بحيث تكون للجامعات ركيزة أساسية فيها.

لقد أصبح البحث العلمي والتكنولوجي في ضوء التقدم العلمي العالمي منظماً وممنهجاً بشكل متزايد، وأدركت الشركات الكبرى أن الاستثمار المستمر والمتواصل في ما يعرف بالبحث والتطوير، يشكل ركناً أساسياً للنجاح ضمن استراتيجيه الأعمال التنافسية. وهي الحقيقة التي أدركتها أيضاً حكومات العديد من الدول، بحيث أصبح الاستثمار في البحث والتطوير -إما بشكل مباشر أو من خلال المؤسسات الأكاديمية والجامعات- هو حجر الزاوية في أي إستراتيجية وطنية، هادفة لتحقيق مرتبة متقدمة على صعيد التنافسية العالمية.

كما أن البحث والتطوير يعتبران من المرافق الاستثمارية الهامة التي تؤدي إلى التحولات التكنولوجية بجميع أبعادها المادية والبشرية والنظرية والتطبيقية والمدنية والعسكرية. ويعتبر البحث والتطوير كأي استثمار اقتصادي يعتمد على معايير تقييم الجدوى والكفاءة. وهو نشاط علمي تكنولوجي مؤسسي، يقوم على توجيه مخطط للإنفاق الاستثماري وفق معايير الجدوى الاقتصادية، وذلك لتعزيز المعرفة العلمية في المجالات كافة،

وربطها بوسائل الاختبار والتطبيق والإنتاج، بما يضمن تطويراً أو ابتكاراً أو اختراعاً لتوليد أجهزة أو مواد أو أساليب إنتاج أو منتجات جديدة أو محسنة أو لرفع الكفاءة الإنتاجية.

وغالبا ما تستخدم مؤشرات ربط البحث والتطوير بالأداء الاقتصادي لتقييم الوضع الحالي، ومنها على سبيل الأمثلة لا الحصر: حجم الإنفاق الاستثماري الحقيقي ونسبة هذا الإنفاق إلى مجموع الإنفاق في منشأة أو صناعة أو بلد ما، عدد العلماء والتقنيين من المتخصصين في العلوم التطبيقية والهندسية العاملين في البحث والتطوير والخبراء ذوي المؤهلات العالية في مجالات تقييم المشروعات وتقييم كفاءة الأداء، وقيمة النواتج المباشرة لنشاطات البحث والتطوير كالأجهزة الرأسمالية والمواد المستخدمة والمنتجات النهائية والكوادر المدربة والبحوث العلمية المتخصصة وبراءات الاختراع وقواعد المعلومات وغيرها.

ولهذا فلا بد من تقييم كافة البرامج الاستثمارية الموجهة للبحث والتطوير وتقويم نتائجها التكنولوجية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية المختلفة. ولا بد كذلك من ربط نشاطات البحث العلمي والتكنولوجي بحاجات المجتمع الحقيقية وبالاستراتيجيات المعتمدة للتنمية الصناعية في الوطن. وأيضا تعبئة العلماء والكوادر المتخصصة للعمل في فرق عمل مشتركة تعمل بروح الفريق الواحد، وإيجاد بدائل محلية ذات تكاليف أدنى من مثيلاتها الأجنبية، وربط مؤسسات التعليم ومراكز البحث بالتحولات الاقتصادية والتكنولوجية والاجتماعية والثقافية.(4)

وعليه فإننا أمام مجال خصب ينبغي لأي باحث دراسته للتوصل إلى نتائج علمية تخدم التنمية وتطوير علاقات التعاون العلمي بين الجامعة والمؤسسات الاقتصادية الصناعية والاجتماعية، وربط البحث العلمي بخطط التنمية الصناعية.

ثانيا :الإنفاق العالمي على البحث العلمي والتطوير بعض الأرقام الدلالية

ونرمي من وضع الجدول المدرج أدناه (5) توضيح نسبة الإنفاق على البحث العلمي في بعض الدول العربية مقارنة بالدول الصناعية المتقدمة للدلالة على أهمية البحث العلمي والإنفاق عليه في استمرار تفوق الدول، و ليكون بمثابة إشعار للقيمين على مجالات البحث العلمي في الدول العربية بضرورة حذو الأمم المتقدمة في ذلك.

تتفاوت الدول في حجم وأسلوب تمويل البحوث العلمية، حيث تشير الإحصائيات أن الدول المتقدمة تتفوق في الإنفاق على البحث العلمي عن طريق تخصيص ميزانيات ضخمة للبحوث والتطوير بينما ينخفض الإنفاق على البحث والتطوير في الدول العربية بشكل دراميتيكي.

وحسب الجدولين المدرجين أدناه (1،2) نجد أن الولايات المتحدة الأميركية تتصدر قائمة الدول في الإنفاق على البحث العلمي والتطوير حيث بلغت ميزانية الإنفاق فيها عليه للعام 2014 نحو 468 مليار دولار ، أي أنها تفوق ميزانية الاتحاد الأوروبي مجتمعة في مجال الإنفاق على البحث العلمي البالغة.362.8مليار دولار.كما أن ميزانية الولايات المتحدة أو ميزانية الاتحاد الأوروبي تفوقان ما يصرف على الدول العربية كاملة في نفس المجال.

وحسب نفس الجدول نجد انه وصل الإنفاق على البحث العلمي في إسرائيل 11 مليار دولار و هو ما يوازي 4.2% من إنتاج إسرائيل القومي و يعد هو الأعلى عالميا، أي إن إسرائيل هي الدولة الأولى عالميا في الإنفاق على البحث العلمي حسب ناتجها المحلي.(6)

أما الدول العربية فحسب نفس الجدول نجدها تعتبر من الدول الأقل إنفاقا على البحث العلمي من إجمالي ناتجها القومي، ويظهر النقص المهول في الدعم المالي المخصص للبحث العلمي مقارنة بالاتحاد الأوروبي والصين و إسرائيل مما يوسع الفجوة الرقمي والمعرفية .(7)

انفاق بعض دول العالم على البحث العلمي والتطوير بالمليار دولار للعام 2014 (جدول 1)

ت	البلد	الإنفاق على البحث العلمي والتطوير/ مليار دولار	النسبة المئوية من الناتج المحلي الإجمالي	السنة
.1	الولايات المتحدة	465	2.8	2014
.2	الصين	284	2.0	2014
.3	اليابان	165	3.4	2014
.4	المانيا	92	2.9	2014
.5	كوريا الجنوبية	63	3.6	2014
.6	فرنسا	52	2.3	2014
.7	بريطانيا	44	1.8	2014
.8	الهند	44	0.9	2014
.9	روسيا	40	1.5	2014
.10	البرازيل	33	1.3	2014
.11	كندا	30	1.9	2014
.12	استراليا	23	2.3	2014
.13	ايطاليا	22	1.2	2014
.14	اسبانيا	18	1.3	2014
.15	الاتحاد الأوروبي	362.8	1.936	2014
.16	(إسرائيل)	11	4.2	2014
.17	تركيا	11	0.9	2014
.18	إيران	9	0.8	2014
.19	جنوب إفريقيا	6	1.0	2014
.20	ماليزيا	5	0.7	2014
.21	باكستان	4	0.7	2014
.22	اندونيسيا	3	0.2	2014

انفاق بعض الدول العربية على البحث والتطوير بالمليار دولار (2007 -2014) (جدول 2)

البلد	الإنفاق على البحث العلمي والتطوير/ مليار دولار	النسبة المئوية من الناتج المحلي الإجمالي	السنة
السعودية	1.8	0.25	2012
قطر	1.3	0.47	2012
تونس	0.78	0.68	2012
الكويت	0.83	0.30%	2013
الإمارات العربية المتحدة	2.5	0.49%	2011
مصر	1.3	%1	2013
المغرب	1.5	0.73%	2010
البحرين	0.02	0.04%	2013
سلطنة عمان	0.26	0.17%	2013
الجزائر	0.16	0.07 %	2007
السودان	0.18	0.23%	2007

ثالثا : نحو تعزيز ربط العلاقة بين البحث العلمي والصناعة

إذا كان البحث العلمي الذي يمثل ركنا أساسيا في حياة الأمم ويشكل ميدانا خصبا ودعامة أساسية لاقتصاد الدول وتطورها وبالتالي تحقيق رفاهية شعوبها والمحافظة على مكانتها دوليا، وحيث أن البحث العلمي يشكل ركيزة أساسية من ركائز الجامعات ومراكز البحوث العلمية، كما يمثل من جانب أخر التطور والتقدم لكل بلد من البلدان ، إذ أن الجامعات أصبحت تقاس بقدر ما ينفق عليها و ما تقدمه من بحوث علمية وبقدر ما بها من كفاءات علمية وتقنية وما تقدمه للقطاع الصناعي من خدمات ، فان القطاع الصناعي بدوره يوصف بأنه قاطرة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية وما يشكله من ضمانة لزيادة القيمة المضافة وتامين الاكتفاء الذاتي وتحسين الموازين الاقتصادية ودفع عملية التنمية وإسهامه في تامين فرص عمل وزيادة الدخل الوطني وفي رفع مستوى الإنتاجية ومعدل النمو في الاقتصاد الوطني وفي توفير موارد للقطع الأجنبي وفي علاج مشاكل عجز ميزان المدفوعات وخاصة في الدول النامية ، كل ذلك يستدعي ضرورة وجود علاقة وشراكة قوية بين البحث العلمي وركيزته الجامعات، وقطاع الصناعة ، وان يكون هناك ربط حقيقي بينهما في سبيل التطوير والتحديث التكنولوجيين، وإكساب الصناعة القدرة على المنافسة دوليا، والذي ستكون له فوائد نفعية تعود على الجانبين، ومن هنا فقد ركزت العديد من الدول والهيئات والمنظمات ولاسيما في البلدان النامية على وضع برامج للتعاون والتشارك والربط بين الجامعة والعلوم والصناعة من أجل تحقيق مجموعة من الأهداف منها :

- الاستفادة من الثروة المعرفية والخبرات الكامنة وغير المستغلة للأكاديميين المتميزين غي الجامعات.
- تعزيز قدرات العاملين في المجالين البحثي والأكاديمي.
- كسر الحاجز الموجود بين الأكاديمية والصناعة.
- تطوير مشاريع تنموية بعيدة المدى تعود بالنفع على الاقتصاد الوطني من خلال الاستغلال الأمثل لقدرات القطاع الصناعي والأكاديمي .
- توفير فرص عمل للأيدي العاملة ورفع الكفاءات المهنية للمتدربين.(8)

رابعا : جوانب الاستفادة التبادلية من تعزيز ربط العلاقة بين البحث العلمي والصناعة

إن السعي لتعزيز العلاقة التعاونية والربط بين البحث العلمي والصناعة سينعكس بدون شك وبشكل ايجابي على البحث العلمي وعلى الصناعة في أن ، وسيكون له فوائد كثيرة ومزايا مهمة تقدم للطرفين. وتتمثل هذه الاستفادة التبادلية التي تعود على كل من البحث العلمي والصناعة جراء تعزيز ربط العلاقة بينهما فيما يلي:

1- مزايا تعاون البحث العلمي مع الصناعة

يمكن للتعاون بين البحث العلمي الجامعي والصناعة أن يقوم بدور هام وحيوي في خدمة وتوطين وتطوير الصناعة، وتطوير المعارف في المؤسسات الإنتاجية الصناعية من خلال التطبيقات النظرية والعملية في حل المشكلات وفي البحث فيها والتي تعترض سير وتطور الصناعة في كافة مرافقها ، للوصول إلى حلول مثلى وموثوقة، ومبنية على أسس علمية موضوعية. مما سيؤدي إلى تحسين عمل المؤسسات الصناعية ، ورفع مرددوها وإنتاجيتها .

كما أن التعاون التطبيقي بين المؤسسات الأكاديمية والقطاعات الصناعية والخدمية من خلال خلق فرص للشراكة المؤطرة بين أعضاء هيئة التدريس من ذوي الاختصاص وبين الشركات ذات الصبغة التطبيقية. سيعود بالمنفعة المتبادلة على كل من الجامعات وأرباب العمل، ويعزز دور البحث العلمي التطبيقي خدمة للاقتصاد الوطني الذي يتجه باطراد صوب اقتصاد المعرفة. ويشكّل بذلك منظومة تنافسية ليس على مستوى الوطني فحسب بل على المستوى العالمي، ولعل ذلك يشكل تحدياً للجامعات كي تخرج من أسوارها وأبراجها العاجيّة وتساهم في خدمة وتطوير المجتمع المحلي وتعزيز قدرة قطاعات الإنتاج المختلفة على النمو والتطوير والتمكين. كما يشكل ذلك تحديا آخر للشركات أو المؤسسات الإنتاجية كي تطور نوعية منتجها ليكون له حضوراً ويعزز تنافسيته من أوسع الأبواب.(9)

كما يؤدي هذا التعاون بين البحث العلمي والصناعة إلى رفع درجة التثقيف الصناعي في المؤسسات الصناعية ، والتعلم ونقل التكنولوجيا وتطوير مهارات حل المشاكل لدى العاملين فيها ، وزيادة أرباح هذه الشركات أو المؤسسات وتقليل نفقاتها من خلال التعرف على احدث الأساليب الهندسية والعلمية إضافة إلى الحصول على موارد بشرية إضافية ويساهم في إعطاء جرعة ثقة معنوية للجامعات والشركات لخلق الحافزية لديهم للتطوير والإبداع والتميز على سبيل الإسهام بفاعلية في مسيرة التنمية وإيجاد الحلول التطبيقية للعديد من الصعوبات التقنية التي قد تعترض طريق قطاعات الإنتاج والخدمات والصناعة. ليصب ذلك في مسار الجهد الجمعي المترادف الذي يحقق التكاملية والشراكة بين القطاعين العام و الخاص .

ولاشك أن علاقة البحث العلمي بالتنمية الصناعية ، والنتائج المترتبة على ذلك و المتمثلة في رفع معدلات الإنتاج وتحسين نوعيته وإدخال الأساليب والتقنيات الحديثة في النشاطات الإنتاجية والإدارية للمؤسسات الصناعية ، يؤدي إلى تطويرها وزيادة مساهمتها في الدخل القومي للمجتمع.

وعليه فان هذا التعاون بين البحث العلمي والصناعة سيلبي بدون شك احتياجات الصناعة، والشركات التابعة لها في جميع مراحل العمل المختلفة، التخطيط ، والتنفيذ ،وفي مرحلة الاستثمار. إذ أن البحث العلمي لا يمكن أن يسهم في عملية التنمية إلا بتوجيهه نحو الاهتمام بالقضايا التي ترتبط بها من خلال دراسات ميدانية لأنشطة المؤسسات في قطاعات الصناعة والإنتاج وتقديم نتائج الأبحاث العلمية للمؤسسات للاستفادة منها في تطوير أنشطتها الإنتاجية وتحسين آلية العمل والنشاط التنموي .

وعلى العموم فان القطاع الصناعي ممثلا في المؤسسات الإنتاجية والاقتصادية الصناعية سيكتسب مزايا وفوائد كثيرة من جراء تعاون البحث العلمي والجامعات معه.(10)

2 - مزايا تعاون الصناعة مع البحث العلمي

إذا كان للبحث العلمي والتعاون الجامعي مع الصناعة دوره الإيجابي وإسهامه الفعال في دفع عجلة التطور الصناعي على المسار الصحيح. فإن لتوجه القطاع الصناعي إلى التعاون مع الجامعات دوراً هاماً وإيجابياً أيضاً في دفع عجلة البحث العلمي والتعليم الجامعي على المسار الصحيح أيضا، ذلك لان الصناعة تقدم للبحث العلمي موضوعات جديدة مستمدة من الواقع العلمي القائم وتفتح آفاق البحث العلمي الواقعي المتطور، إذ لا يمكن لبحث علمي متطور أن يبحث في مشكلات بعيدة عن واقعه ،كأن يبحث مثلاً في مواضيع مأخوذة من مشكلات تعاني منها دول أو صناعات أخرى، ولا تمت إلى احتياجات وخصوصيات وطنه بصلة . والبحث العلمي الأصيل هو الذي يبحث في مواضيع نابعة من صميم الواقع مهما بلغت هذه المشكلات. كما أن البحث في مثل هذه المواضيع سيفتح آفاقا من الرغبة والجدية والدأب التي هي من أهم سمات البحث العلمي. لأن الباحث يعيش هذه المشكلة بواقعه وإحساسه ، ويعيش انعكاس نتائج بحثه خُطُواتٍ عملية وعلمية يراها في محيطه و مجتمعه وبلده.

كما إن توظيف البحث الجامعي لخدمة القطاعات الصناعية في مراحل التنمية كافة، يساعد على تطوير المعارف وتطوير القدرات في المجالات العلمية والعملية ، ورفع درجة التثقيف والتعلم ونقل التكنولوجيا لدى الباحث وزيادة الدخل ، وانعكاس الخبرة المكتسبة في التدريس ، وتعزيز قدرة الخريجين من الباحثين للحصول على مهارات أفضل وتطوير خبراتهم العلمية والمعرفة لديهم في تطوير المناهج الدراسية في الجامعة بشكل يوائم متطلبات الصناعة بالإضافة إلى تطوير الخطط التعليمية والمناهج وفق الاحتياجات العملية و العلمية القائمة والواقع الصناعي السائد في المجتمع، إن كان من حيث النوعية أو التخصص أو العدد المطلوب. كما يعمل على تأهيل جيل من الخريجين على اطلاع بواقع العمل المستقبلي ومشكلاته .

كل ذلك يجعل من ارتباط البحث العلمي بمتطلبات التنمية في مجالات الصناعة أحد المرتكزات الأساسية للتنمية والتقدم.

وتعاون الصناعة مع البحث العلمي سيساعد أيضا على توظيف الإمكانات العلمية البشرية والمخبرية الثمينة في الجامعات، لدراسة مشكلات وأفكار نظرية مطروحة في الكتب أو الأبحاث المنشورة، وإمكانية إبراز هذه الأفكار الإبداعية لتحويلها إلى مشاريع ومنتجات قابلة للتسويق . فإن التعاون مع المؤسسات والشركات الصناعية، لحل مشاكلها وتحسين أدائها، سيؤدي إلى استغلال هذه الإمكانات الاستغلال الصحيح والسليم في خدمة التنمية الوطنية .

إضافة إلى ذلك فان هذا التعاون بين المؤسسات الصناعية والجامعات سينمي الخبرات الفنية الوطنية بين الجانبين في الجامعة والصناعة وسيؤدي إلى تطوير البحث العلمي الجامعي لحل المشكلات القائمة لدى تلك المؤسسات، يجعل الخبرات الفنية (الأكاديمية) الجامعية، على احتكاك بالخبرات العملية في هذه المؤسسات والشركات.كما يحقق للمهندس العامل في الصناعة، الذي انغمس في واقع الاستثمار العملي وسيلة للاتصال بالواقع الأكاديمي، والتطور العلمي، واكتساب أحدث المعلومات. فتتكامل هذه الخبرات لتعطي النتائج المثلى ، وتنعكس الفائدة مزدوجة على الطرفين لتنمية الخبرة الوطنية في الجامعة وفي الصناعة على أسس سليمة وصحيحة.

ومن الانعكاسات المهمة أو التأثيرات الايجابية على تعاون الصناعة مع البحث العلمي الممثل بالجامعات، هي قيام المؤسسات الاقتصادية بتامين التمويل اللازم لتطوير الإمكانات البشرية والمخبرية للبحوث العلمية من خلال قيام المؤسسات الصناعية بتقديم الدعم والتمويل للأبحاث العلمية كما هو الشأن في الدول المتقدمة .

إن توثيق التعاون بين الصناعة والبحث العلمي سيتيح للباحثين إبراز أهمية أفكارهم الإبداعية وإمكانية تحولها إلى مشاريع ومنتجات قابلة للتسويق كما سيؤدي إلى تحفيز القطاع الخاص لزيادة الاستثمار في مجال البحث والعلوم والتطوير والإبداع. (11)

خامسا : المعوقات والتحديات التي تواجه تعزيز الربط بين البحث العلمي والصناعة

إن العلاقة بين البحث العلمي والجامعة هي علاقة متذبذبة ويشوبها الكثير من جوانب الخلل الكثير من الخل مما ترتب عنه وجود العديد من المعوقات والصعوبات التي تقف حائلاً دون تحقيق التعاون أو تعزيز الربط المأمول بينهما ، ويمكن لنا تلخيص هذه المعوقات من ناحيتين اثنتين، معوقات من ناحية البحث العلمي ممثلا في الجامعات ، ومعوقات من ناحية الصناعة .

1- معوقات تواجه تعاون البحث العلمي مع الصناعة

- انشغال الجامعات بالتدريس والجانب الأكاديمي على حساب الجانب التطبيقي.
- عدم اهتمام الخطط الإستراتيجية للجامعات (إن وجدت) بربط البرامج والتخصصات في الجامعات باحتياجات الصناعة من المهارات والمعارف والقدرات.
- ارتباط تنفيذ البحث العلمي بالجامعات ببرامج غير مخططة، وتهدف بالأساس إلى مساعدة الباحثين في الترقي بالدرجات الأكاديمية، ولا يعكس تصميم الأبحاث الجارية احتياجات المجتمع، وحل مشاكله.
- عدم وجود برامج وخطط محددة ومنتظمة بمراكز البحوث بالجامعات، تقوم على أسس علمية للبحث والتطوير بإجراء بحوث تطبيقية تعالج الاحتياجات الفعلية التي تعانيها الصناعة.
- عدم وجود ثقافة المبادرة لدى البحث العلمي/ الجامعات وانتظارهما لمبادرات القطاع الصناعي بطلب الشراكة وليس العكس.، ومبالغة بعض باحثي الجامعات في تقدير تكلفة برامج الشراكة.
- عدم وجود إستراتيجية لتسويق البحث العلمي في الجامعات، فاغلب المؤسسات العلمية والجامعات تفتقر إلى وجود خطة تسويقية واضحة لتسويق نتائج ما تجريه من بحوث علمية إلى الجهات التي يمكن أن تستفيد منها.(12)

- وجود تطور سريع في بعض القطاعات الإنتاجية الصناعية والمشكلات الناجمة قد تفوق مستوى المساهمة التي يمكن أن يقدمها البحث العلمي.
- عـدم ارتبـاط المنـاهج التعليميـة والتدريبيـة بـالواقع المحلي للقطاعـات الإنتاجيـة وما تواجهه من مشكلات ومعوقات ، والاكتفاء بالجانب النظري دون التطبيقي في المنهج التعليمي.
- افتقار الجامعات إلى وجود مراكز التحويل Centers of Transfer ، وهي معامل متخصصة لتحويل نتائج الأبحاث العلمية إلى منتج أولي Prototype قابل للتسويق قبل مرحلة الإنتاج التجاري.
- عـدم اهتمـام البحـث العلمي ممـثلا في الجامعـات بالجانـب التسـويقي والتوعيـة المجتمعيـةPublic Awarenessبأنشـطة ومخرجـات الجامعـات وبرامجهـا وخـدماتها وتخصصاتها ومدى قدرتها على حل مشكلات الصناعة ومنظمات الأعمال عن طريق البحث والتطوير والإبداع .
- عدم وجود برامج وخطط محددة ومنتظمة بمراكز البحوث بالجامعات، تقوم على أسس علمية للبحث والتطوير في ضوء الاحتياجات الفعلية لمنشآت القطاع الخاص.

2- معوقات تواجه تعاون الصناعة مع البحث العلمي

- اتجاه المؤسسات الصناعية إلى استيراد التكنولوجيا الجاهزة من الخارج؛ حيث إنها سريعة العائد مضمونة النتائج، مع عدم اهتمام المؤسسات الاقتصادية بالبحث العلمي الوطني وتطوير وتوطين التكنولوجيا بالوطن.
- عدم المعرفة المسبقة بإمكانيات الجامعات وعناصر تميزها ومدى قدرتها على تطوير مخرجات القطاع الخاص وحل مشكلاته.

- ضعف رغبة المؤسسات الصناعية في المشاركة بتكاليف المشروعات البحثية. وعدم مخاطرة المؤسسات الاقتصادية بتمويل برامج بحث وتطوير غير سريعة العائد وغير مضمونة النتائج.
- ضعف ثقة القطاع الصناعي بمخرجات الجامعات من المهارات البشرية والبرامج والأبحاث والدراسات العلمية، وعدم اقتناعها بفائدتها في قطاعات الصناعة،.
- ضعف الثقة في الإمكانات والخبرات الوطنية ، حيث يلجا القيمون على القطاع الصناعي إلى الاعتماد على المعرفة والخبرات الأجنبية للحصول على الاستشارات وإجراء البحوث ، مما أضعف الحافز على الإمكانات البحثية المحلية.
- اكتفاء بعض المؤسسات الإنتاجية الصناعية بما لديها من خبراء وفنيين لحل مشكلاتها.
- وجود انطباعات سلبية لدى العديد من المنشات الصناعية بأن الجامعات بعيدة كليا عن الاهتمام بالبحث العلمي الذي تتطلبه.
- اهتمام القطاع الصناعي بالدراسات والبحوث قصيرة المدى التي تنجز لوضع حلول آنية ومرحلية للمشاكل التقنية تعانيها مؤسساته، أو تعديلاً بسيطاً للتقنية المستخدمة، وعدم اهتمامه بإجراء البحوث طويلة المدى التي ينتج عنها براءات اختراع، أو إبداعات وابتكارات علمية جديدة يمكن استغلالها في المجالات الإنتاجية.
- صعوبة الحصول على المعلومات المطلوبة لأغراض البحث من الكثير من المنشآت الصناعية؛ حيث تعتبرها من الأسرار الخاصة بأوضاع هذه المنشات .

سادسا : توصيات عامة

لقد سعت أغلب الدول العربية في استراتيجياتها التنموية إلى إعطاء الصناعة الأهمية الكبرى انطلاقا من أن التنمية الصناعية تمثل عنصرا محركا في العملية التنموية ولتحقيق التنمية الشاملة ،بهدف تنويع مصادر الدخل والتخفيف من الاعتماد على القطاع النفطي ، ويظهر ذلك جليا من خلال قيام اغلب هذه البلدان في تنمية قطاعات الصناعات الأساسية المختلفة فيها وإنشاء المشاريع الصناعية . وحيث انه لايمكن تصور تنمية صناعية أو غير صناعية شاملة بمعزل عن الإبداع والابتكار والبحث العلمي والتطوير ، فان الأمر يقتضي الدفع بالبحث العلمي والتقني من خلال إعطاء الاهتمام لإنشاء وتفعيل دور المراكز البحثية العلمية والتطبيقية على غرار ما هو عليه الحال في البلدان الصناعية والأسيوية المتقدمة . والاهم من ذلك ضرورة إحداث تشبيك وتعاون وربط وتزاوج بين مؤسسات البحث العلمي ممثلا في الجامعات من جهة جميع القطاعات الصناعية من جهة أخرى الأمر الذي يتطلب بعض الإجراءات نكتفي بذكر البعض منها :

- زيادة الميزانيات المخصصة للبحوث العلمية خاصة المتعلقة بالجانب الصناعي.
- زيادة الوعي العلمي والتقني لدى المهتمين بالقطاعات الصناعية المختلفة .
- تعزيز الاتصال المباشر بين رجال الأعمال وأصحاب المصانع والمؤسسات الاقتصادية ومراكز البحث العلمي في الجامعات لتحقيق الربط بين نتائج البحوث العلمية النظرية والتجارب المعملية بهدف الارتقاء بمستوى البحوث والتجارب العلمية النظرية ومستويات الإنتاج. وإدخال التحسينات الحديثة عليها من جهة وتمكين الباحثين وطلاب المعاهد والمراكز العلمية من التمرس بالواقع من جهة أخرى .
- إقامة مراكز أبحاث علمية تابعة للمصانع والمجموعات الصناعية الكبرى .

- ضـرورة وضـع آليـات مناسـبة لتحقيـق درجـة عاليـة مـن الـربط والتشـبيك والتفاعـل والتنسـيق ، مـن أجـل تعـاون أوسـع وأوثـق بـين البحـث العلمي والصناعة ، وفي هذا المجال قد يكون من المفيد إنشاء لجان أو مجالس فنية مشـتركة تجمـع ممثلـين مـن مراكـز البحـوث في الجامعـات ومـن قطاعـات الصـناعة لتتـولى وضـع الآليـات والخطـط المسـتقبلية لتفعيـل هـذا التعـاون وللاستفادة من الأبحاث الجامعية ووضعها موضع التطبيق العملي .
- تشجيع وتحفيز الجامعات ومراكزها العلمية على استنباط وتنمية التقنية بحيث تتلاءم وظروف مؤسسات الإنتاج والخدمات واحتياجاتها وإمكاناتها .(13).

الهوامش :

1. أ.د. محمود محمد عبد الله كسناوي : توجيه البحث العلمي في الدراسات العليا في الجامعات السعودية لتلبية متطلبات التنمية الاقتصادية والاجتماعية (الواقع - توجهات مستقبلية) https://uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/.../reeese11.do
2. النظام الأساسي للجنة التنسيق لمراكز البحوث الصناعية في الدول العربية /المنظمة - ايدمو /www.aidmo.org
3. جامعة الدول العربية www.lasportal.org/ar/Pages/default.aspx
4. Gross domestic spending on r-d – oecd data .oecd.org retrieved development r&d12016.02-10.
5. البحث العلمي والابتكار احد المحركات الرئيسة لاقتصاد المعرفة www.lemaghreb.tn
6. التقرير السنوي 2014 /المرصد المصري للعلوم والتكنولوجيا والابتكار ESTIO

7. http//.unesco org/ images/0018/001899/1899/189958e pdf

8. د. محمد طالب عبيدات : البحث العلمي والتنمية الإقتصادية : الأحد، 31 مايو/ أيار، 2015 / الدستور الأردنية http://www.ammanxchange.com/

9. د. يوسف العبدلات : برنامج دكتور لكل مصنع – الجامعة الأردنية - عمان /الأردن2014.
. http://sites.ju.edu.jo/ar/fff/Home.aspx

10. د. محمد نضال الريس : دور البحث العلمي الجامعي في التطوير الصناعي-doc الصناعة 3html//http://ebooks9.com

11. د. جمال على الدهشان : **العلاقة الإستراتيجية بين البحث العلمي الجامعي والصناعة- ورقة عمل مقدمة إلى ندوة التخطيط الاستراتيجي للتعليم العالي / كلية التربية – جامعة طنطا 2010 "الواقع والآفاق المستقبلية . "**
Haut du http://kenanaonline.com/users/gamaleldahshan/posts/499720 formulaire

12. أ.د. محمود محمد عبد الله كسناويBas du formulaire

13. توجيه البحث العلمي في الدراسات العليا في الجامعات السعودية لتلبية متطلبات التنمية الاقتصادية والاجتماعية (الواقع - توجهات مستقبلية)
https://uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/.../reeese11.do

ورقة عمل نظام الانتاج في الوقت المحدد Just in Time

اعداد م. محمد الخالدي
أخصائي أول /ادارة التنمية الصناعية
المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين

مقـدمة :

يعتبر نظام الانتاج في الوقت المحدد من الاساليب الحديثة في الصناعة والتي تركز على تخفيض تكاليف الانتاج في المنشآت الصناعية ابتداءا من توريد المواد الاولية ومدخلات الانتاج مرورا بعمليات التصنيع وانتهاءا بتسليم المنتج النهائي للمستهلك مع الاهتمام بنوعية المنتجات والمحافظة على جودتها حتى يصبح بالإمكان منافسة المنتجات المثيلة والمحافظة على حصة الشركة السوقية .

ومن هذا المنطلق تولدت فكرة نظام الإنتاج في الوقت المحدد (JIT) Just in Time ، حيث يعتبر هذا النظام أحد الاستراتيجيات الحديثة المتقدمة في مجال الإنتاج، والذي يقوم على تخفيض مستويات المخزون إلى حدها الأدنى سواء كان ذلك بالنسبة للمواد الخام أو الإنتاج تحت التشغيل أو الإنتاج التام، حيث يعتبر هذا النظام أحد الاستراتيجيات الحديثة المتقدمة في مجال الإنتاج، والذي يقوم على تخفيض مستويات المخزون إلى حدها الأدنى سواء كان ذلك بالنسبة للمواد الخام أو الإنتاج تحت التشغيل و الإنتاج التام.

وبناءا على ذلك فان انظمة الإنتاج التقليدية تؤثر بشكل أو بآخر على تكلفة الإنتاج ومن ثم على اسعار البيع حيث أن الإنتاج بشكل عشوائي غير مدروس يؤثر سلبا على أداء المنشأة الصناعية ويحملها أعباء مالية كبيرة لذلك جاء نظام الإنتاج (JIT) لحل هذه المشكلة عن طريق التوازن بين حاجة السوق وكمية الإنتاج، والذي يحقق توفيرا كبيرا في الوقت والتكاليف من خلال خفض المخزون بكافة أنواعه إلى أدنى حد

ممكن ، ونتيجة لذلك تنخفض كلفة الإنتاج مما يساعد الإدارة على المنافسة في السوق من خلال تخفيض الأسعار.

ان سياسة تقليل الفاقد هي من أكثر أنظمة إدارة التصنيع شهرة ونجاحا في العالم. في الثمانينيات بدأت الشركات الأمريكية والأوروبية تفاجأ بتفوق الشركات اليابانية عليها نتيجة لتطبيق هذا النظام ولذلك بدؤوا في محاولة فهم هذه السياسة ومحاولة تطبيقها.

أهداف نظام الإنتاج في الوقت المحدد

- تخفيض المخزون في كافة مراحل العملية التصنيعية.
- تخفيض زمن الانتاج
- تخفيض كلفة الانتاج.
- تخفيض زمن التوريد.
- تطبيق نظام التحسين المستمر.
- الوصول إلى حركة انسيابية تامة للمواد والأجزاء والمنتج التام.
- تطوير الموارد البشرية وتحديد الادوار بشكل واضح.

وبالتخلص من المخزون بين مراحل الإنتاج يمكن خفض المساحة الضرورية للإنتاج ويصبح العاملين على مقربة من بعض بصورة تسهل الاتصال بينهم . ويقوم نظام الإنتاج في الوقت المحدد على مفهوم تطوير الموارد البشرية والعمل الجماعي ، ويحقق إمكانية إنتاج أكثر من نوع في نفس الوقت .

الإنتاج فى الوقت المحدد يحارب الفاقد

يركز نظام الإنتاج فى الوقت المحدد على محاربة الهدر أو الفاقد كنقطة جوهرية , هذا إلى جانب خفض المخزون , وأن هذا المسعى يشمل اقسام وإدارات المنشأة ككل.

وهذا يتطلب إعادة تنظيم العمليات لبناء نظام انتاجي كفء يقلل الفاقد ويقلل كلفة الانتاج ويزيد من القيمة المضافة , وذلك من خلال تصميم وإدارة هذا النظام والذى يشمل نظم حفز العاملين وتصميم المنتج والعلاقات مع الموردين والعملاء.

سياسة تقليل الفاقد

تهدف سياسة تقليل الفاقد إلى تقليل الفواقد في جميع العملية التصنيعية حيث تساعد هذه السياسة على التخلص من كثير من الفواقد التي عادة ما نعتبرها أمر حتمي فهذه السياسة لا تهدف فقط إلى تقليل المخزون ولكنها تهدف إلى تقليل الفاقد ومنه المخزون الذي يمكن الاستغناء عنه وهذا يؤدي الى ضبط الانفاق بصورة علمية وبالتالي خفض كلف الانتاج .

أنواع الفواقد

هناك عدة انواع للفواقد التي يمكن تخفيضها او ازالتها نهائيا منها:

1- **الإنتاج الزائد:**

الإنتاج الزائد ينتج عنه منتجات فائضة موجودة في المخازن ومخزون زائد من المنتجات تحت التصنيع وهو ما يسبب زيادة في أوقات الانتظار بين عمليات التشغيل ويكون سببا في تغطية المشاكل والعيوب .

2- **أوقات الانتظار :**

ثقافة تقليل الفاقد تعنى بتقليل أوقات الانتظار التي تمر بها المواد الخام والمنتجات نصف المصنعة فكل جزء ينتظر وقتا طويلا قبل كل مرحلة إنتاجية وهذا الوقت هو فاقد لابد من تقليله.

3- **فواقد في حركة العاملين:**

الوقت الضائع أثناء حركة العامل من مكان لآخر للقيام بأعمال لا فائدة منها أو يمكن الاستغناء عنها، وبالتالي يهتم النظام بدراسة اماكن العمل وكيفية تقليل الوقت الضائع من حركة العاملين دون فائدة.

4- **منتجات معيبة :**

عندما يتم إنتاج منتج معيب فإن هذا يعني إما إعادة تشغيله أو اتلافه ،وهذا يعني ضياع وقت في تشغيل منتج معيب وإعادة وقت في إعادة التشغيل وضياع قيمة المواد وإطالة الوقت اللازم لتلبية طلبات العملاء. هذا يعني أيضا وجود حاجة لعدد كبير من العمالة التي تفحص المنتج النهائي بعد إنتاجه. كل هذه الفواقد غير مقبولة في نظام تقليل الفاقد

5- **فواقد في نقل المواد:**

في المصانع التقليدية فإن الخامات والمنتجات نصف المصنعة والمصنعة يتم نقلها لمسافات طويلة. هذا التقل يعني أدوات كثيرة للنقل وأوقات للنقل ويعني الحاجة لمخزون يكفي حتى يتم نقل الشحنات الجديدة. في نظام تويوتا يتم إعادة تنظيم موقع العمل وأسلوب العمل بحيث تقل مسافات النقل كثيرا وبالتالي تقل الفواقد المترتبة على عمليات النقل

هذا هو مفهوم الفواقد في نظام تقليل الفاقد. والخلاصة أن كل حركة أو وقت أو طاقة يمكن الاستغناء عنها فإنها تعتبر فواقد وكل طاقة أو وقت ضائع لابد من استغلاله ولكن لن يتم استغلاله لزيادة الفواقد الأخرى.

مبادئ رئيسية لنظام الإنتاج فى الوقت المحدد

1- حل المشاكل من جذورها :

يعتمد هذا النظام على النظر إلى المدى البعيد واستهداف حل المشاكل من جذورها. حيث يتميز النظام باستخدام أدوات علمية للتحليل ودراسة المشاكل مثل مخطط هيكل السمكة والعصف الذهني والتفكير الجماعي.

2- تفادي الخطأ :

نظرا لأن نظام تقليل الفاقد يحاول القضاء على المشاكل من جذورها فإن سياسة منع الخطأ هي أحد عناصر هذه المبادئ. فعند حدوث مشكلة لا نقول "من الذي أخطأ" ولكن نقول "كيف حدث الخطأ؟ وكيف نمنعه". الفكرة هنا مشابهة لعملية تصميم منتجات سهلة الاستعمال أو مناسبة لطبيعة جسم الإنسان (الهندسة البشرية Ergonomics). فالإنسان من طبيعته أن ينسى وان يخطئ فعلينا تصميم الأشياء بحيث تصبح فرص خطئه معدومة. علينا أن نمنع الخطأ من الحدوث أصلا فلذلك فعلينا تطوير الماكينات وأنظمة العمل بما يمنع حدوث خطأ سواء من الإنسان أو الآلة.

3- تطوير العمليات لتقليل الفاقد :

سياسة تقليل الفاقد دائما تنظر إلى تطوير العمليات وتحليل مشاكلها. فتقليل الفاقد هنا ليس عن طريق الضغط على المشغلين ومعاقبتهم عند حدوث أي خطأ ولكن نظام تويوتا يعتمد على إعادة النظر في العملية الإنتاجية أو الإدارية لحل المشاكل وتقليل الفاقد ومنع الخطأ. فثقافة هذا النظام هي أن تنظر دائما في العمليات والإجراءات لتطويرها فعندما تكون العملية ممتازة فستكون النتائج ممتازة.

4- الاحتكاك المباشر مع العاملين:

الاحتكاك المباشر مع العاملين والاطلاع المباشر بشكل مستمر على مواقع لتقديم الدعم لكافة لخطوط الإنتاج وللاطلاع على المشاكل على الطبيعة.

5- احترام العاملين:

تقليل الفاقد لا يمكن أن يعمل إلا في جو من الاحترام والثقة المتبادلة، فهذا النظام مبني في جوهره على العمل الجماعي. لابد أن يكون فكر المديرين أنهم يقومون بدعم العاملين على خطوط الإنتاج فيما يعرف بالهرم المقلوب أي أن العاملين على خطوط الإنتاج هم قمة الهرم والمديرين هم في أدنى الهرم بمعنى أن دورهم هو دعم هؤلاء العاملين في الموقع. في هذا الجو يمكن للعامل أن يبدع ويمكن الحصول على التطوير من هؤلاء الذين يتعاملون مع عملية الإنتاج بشكل مباشر ويمكن للأقسام المختلفة أن تتعاون

6- التعاون المتميز:

لا يمكن أن تعمل هذه السياسة إلا في جو من التعاون بين الأقسام المختلفة والمستويات المختلفة. في هذا النظام الكل في مركب واحد والكل يتعاون للتطوير وتقليل الفاقد. في النظام التقليدي للإنتاج فإن وجود أخطاء في جودة المنتجات نصف المصنعة لا يؤدي إلى توقف خط الإنتاج كله وتؤدي هذه الأخطاء في الجودة إلى مناقشات ساخنة واتهامات متبادلة بين الأقسام المختلفة والتي قد تنهي إلى لا شيء. ولكن في نظام تقليل الفاقد فإن أي خطأ في الجودة سيؤدي إلى توقف خط الإنتاج بالكامل لذلك فإن المهاترات والاتهامات المتبادلة لا تتمشى مع هذا النظام. الشركات المطبقة حقيقة لهذا النظام تحرص على غرس قيم التعاون بقوة فالكل يشترك في حل المشكلات والأساس هو تحسين العملية الإنتاجية وتلافي الخطأ وليس البحث عن المخطئ.

المراجع:

- نظام الانتاج في الوقت المحدد (JIT) وأثره على التكاليف الإنتاجية فيالمنشآت الصناعية

- The Effects of just-In Time Production System on protective Costs in Manufacturing Establishment

اعداد محمد الاسدي

- نظام الانتاج في الوقت المحدد (JIT)
- مجموعة كايزن الاستشارية
- تقييم تطبيق نظام الإنتاج في الوقت المحدد دراسة ميدانية على الشركات الصناعية في المناطق الصناعية المؤهلة (QIZ) في الأردن

إعداد: رائد نصوح أحمد السوالمة إشراف: الدكتور زياد الصمادي

- The Just-In-Time Breakthrough Implementing the New Manufacturing Basics by Edward J. Hay
- JUST-IN-TIME MANUFACTURING Aidt.education

مخاطر التعرض لموجات منظومات الاتصالات و الحاسبات و اسلوب التعامل الصحي الأمن معها

أ.د. ياس محمد الحديثي

الخلاصة:

تستعرض هذه الورقة مخاطر التعامل مع الأشعاعات التي تصدرها نظم الأتصالات والحاسبات

و مخاطر موجات المايكروويف بشكل خاص فضلا عن قواعد التعرض للترددات الراديويه استرشادا بتجارب الاخرين RF Exposure Rules ومنها لائحة السياسية البيئية القومية الامريكية الصادرة عام 1969 (National Environmental Policy Act) (NEPA) والتي تلزم وكالات الحكومات الفيدرالية مثل هيئة الاتصالات الفيدرالية (Federal Communication Commission) (FCC) لكي تقوم الاخيرة بتقييم افعالها و نشاطاتها فيما يتعلق بمدى تاثيرها على البيئة و نوعية البيئة البشرية. كما سيتم استعراض مستويات وحدود التعرض الاعظم الأمن المسموح (MPE) (Maximum Permissible Exposure Limits) و قواعد تخفيف تاثيرات الترددات الراديوية (RF). كما سنبين حدود التعرض العليا المسموحة في مناطق العمل مع الترددات الراديوية و عرض موديل رياضي لحساب مستويات التعرض الأمن و تطبيق حدود التعرض الاعظم المسموح به (Application of MPE limits). وسيتم التركيز على نوع التاثير الذي يحدثه فرط التعرض لتلك الاشعاعات على كل عضو او نسيج او جهازمن جسم الانسان مثل الجهاز العصبي المركزي و الدماغ و جهاز تكوين الدم.

1- التعرض للمجالات المغناطيسية ذات المستويات الواطئة :

لقد احتل موضوع مخاطر التعامل مع الأشعاعات التي تصدرها نظم الأتصالات والحاسبات جزءا كبيرا من اهتمامات المؤسسات الصحية وهيئات المعايير والقياسات ورصدت الأموال الكبيرة للوقوف على حقيقة تلك المخاطر لذلك سيتم في هذه الورقة التطرق الى اهم النتائج البحثية التي أجرتها مختبرات عالمية ففي بحث اجرته جامعة واشنطن من قبل Rob Harrill اثبتت النتائج بانه فئران تعرضت الى مجالات بتردد 60 هيرتز لمدة 24 ساعة ادى الى تلف كبير في الحامض النووي DNA (هو الحامض النووي الذي يحتوي على التعليمات الجينية التي تصف التطور البيولوجي للكائنات الحية ومعظم الفيروسات كما أنه يحوي التعليمات الوراثية اللازمة لأداء الوظائف الحيوية لكل الكائنات الحية) وعند تعريضها لمدة 48 ساعة حدث تكسر اكبر في الحامض النووي DNA لخلايا الدماغ و كذلك زيادة ما يسمى انتحار الخلايا " apoptosis or cell suicide " (وهي عملية فيها تقوم الخلايا بتدمير نفسها لانها لا تستطيع اصلاح نفسها) كما ان دراسة سابقة اظهرت نفس التلف عند التعرض لشدات مجال مغناطيسي اعلى بعشره اضعاف و لكن لمدة ساعتين فقط .

مما يؤكد إن تاثيرات المجالات المغناطيسي هي تاثيرات تراكمية في الحياة اليومية وان الناس يتعرضون الى مثل هذه الجرع مثلاً عند التعرض لمجفف الشعر لمدة 3 دقائق أو 5 دقائق لماكنة الحلاقة الكهربائية او عند أستخدام الحاسيات لفترات زمنية معينة.

كما ان بحوث اخرى في أوروبا والهند سجلت تلف مماثل للـ D N A

وفي دراسة تجريبية اخرى وجد الباحث Lai and Singh بان التعرض يؤثر على توازن الحديد في بعض الخلايا مما يؤدي الى زيادة الحديد الحر في الخلايا. الحديد الحر يعني حدوث تفاعلات كيمياوية تؤدي الى اطلاق الجذور الحرة او ذرات مشحونه تهاجم تركيب خلايا D N A و الشحوم و البروتين. ان تلف الـ DNA يؤدي الى احتمالية حدوث اخطاء في عملية الاصلاح مما قد يؤدي الى احداث الطفرات التي تؤدي الى امراض كالسرطانات.

ومما هو معروف ينبعث بعض الاشعاع الكهرومغناطيسي النبضي من شاشات الحاسبات و التلفاز و يخرج على شكل اشعاع بترددات مختلفه خاصة ELE & VLF (EXTREMELY LOW FREQUENCY, VERY LOW FREQUENCY) (ELF) (radio waves)ذات التردد من3 هيرتز لغاية 300 هيرتز والذي يؤدي الى عدم انتظام توازن الخلايا الحيه على مسافات قريبة من الشاشة (امام و خلف انبوب الشاشة) و يستمر التاثير لعدة ساعات حتى بعد ايقاف تشغيل الشاشة.

ومن الدراسات المهمة بهذا الصدد تلك التي أجريت في معهد Kaiser Permanente في كاليفورنيا والتي سجلت زيادة مقدارها 100٪ في حالات الاجهاض عند النساء الذين يمضون اكثر من 12 ساعة اسبوعيا امام شاشات التلفاز او الحاسبات .كما إن اطفالهم عانوا من عيوب جينية (genetic defects) بزيادة 40٪ عن المعدل الطبيعي مقارنة باطفال النساء الذين لم يتعرضوا للشاشات.

في دراسة أخرى فأن المعهد الامريكي للصحة البيئية (N I E H) عام 1998 سجل امكانية حدوث تاثيرات مسرطنه عند التعرض لترددات قيمتها 50– 60 هيرتز.

وبصدد مخاطر موجات المايكروبيف تحديدا فأن قانون الاتحاد السوفيتي السابق عام 1976 يمنع استخدام أي جهاز مولد للمايكروبيف بسبب مخاطره التالية:

- عدم تولد الفولتيات الخلوية خاصة في الدم و الخلايا اللمفاويه .
- عدم تولد وعدم استقرارية جهد الاغشية الخلويه الداخلية أثناء عمليات الانهيارات ألأيضية (عمليات البناء والهدم metabolic breakdown) في مصل الدم من عملية الهظم .
- عدم تولد وانهيار في دائرة الدفع العصبي الكهربائي ضمن جهد وصلة الجزء الامامي من الدماغ (وهو الجزء المسؤول عن التفكير والمهام الكبرى)

- عدم تولد وانهيار في الدوائر الكهربائية العصبية و فقدان في تناظر مجال الطاقة في الجهاز العصبي المركزي (neuron plexuses) (في الامام و الخلف من هذا الجهاز)
- فقدان التوازن في القوى الكهربائية الحياتية (bioelectric strengths) في الجهاز المسؤول عن وظائف الوعي (ascending reticular activating system)
- فقدان و على مدى طويل للطاقات الحيوية للانسان و الحيوان والنباتات الموضوعه ضمن قطر 500 متر من اجهزة المايكروبيف المشتغلة.
- عدم انتظام انتاج الهورمونات و توازنها عند الذكور والاناث .
- اختلال و بمستويات عاليه في نمط الاشارات الموجبه الفاوبيتا و ثيتا ودلتا للاشخاص المتعرضين لمجالات انبعاث المايكروبيف، مما يؤدي الى ملاحظة أثار نفسية سلبية منها فقدان الذاكرة، فقدان قابلية التركيز، التاثير على النوم.

2- قواعد التعرض للترددات الراديويه استرشادا بتجارب الاخرين

RFExposure Rules

صدرت لائحة السياسية البيئية القومية الامريكية عام 1969 National Environmental Policy Act (NEPA) والتي تلزم وكالات الحكومات الفيدرالية مثل هيئة الاتصالات الفيدرالية (Federal Communication Commission) (FCC) لكي تقوم الاخيرة بتقييم افعالها و نشاطاتها فيما يتعلق بمدى تاثيرها على البيئة و نوعية البيئة البشرية.

بموجبها تلتزم هيئة الأتصالات الفيدرالية FCC بلوائح (NEPA) بما يتعلق بمستويات التعرض البشري المسموح (human exposure) لطاقة الترددات الراديوية (RF) المنبعثة من المرسلات و معدات الاتصالات الخاصة بالـ FCC ومنها محطات منظومات الاتصالات الشخصية (PCC) (Personal Communication Systems) الارضية و المحطات الخلوية (Cellular base stations). وفي عام 1985 فان FCC تبنت دليل عمل لتقييم التعرض البشري

لانبعاثات الترددات الراديوية و تم تحديثها عام 1996. تتضمن دلائل العمل (Waveguides) وضع حدود التعرض البشري المسموح الاعظم (MPE) فيما يتعلق بـ :

شدة (Strength) و كثافة قدرة (Power density) كلاً من المجالات الكهربائية و المغناطيسية للمرسلات العامله بترددات بين KH_z 300. – 100 GH_z.

ان تحديد مستويات التعرض العظمى المسموحه التي تبنتها FCC تستند الى توصيات المجلس القومي للمقاييس و الحماية من الاشعاعات.

National Council on Radiation Protection and Measurments (NCRP)

و كذلك تستند الى دلائل عمل معهد الهندسه الكهربائية و الالكترونية (IEEE) والتي تم تبنيها من قبل معهد المعايير و المواصفات القومي الامريكي (ANSI)

3- **مستويات وحدود التعرض الاعظم المسموح** Maximum Permissible Exposure Limits

تم تصنيف مستويات التعرض الى درجتين او مستويين :

أ- المستوى الاول : هو مستويات التعرض المهنية (Occupational) للترددات الراديوية او ما تسمى بالحالات المسيطر عليها (Controlled Situations) .

ب- المستوى الثاني : هو تعرض عموم السكان (General Population) أي الحالات التي لا يمكن السيطرة عليها.

بشكل عام فان حدود التعرض تكون اكثر صرامه بمقدار خمسة مرات لعموم السكان (General Public) بالمقارنه بالتعرض في المناطق المسيطر عليها.

التعرض المسيطر عليه (Occupational / Controlled) يتضمن حالات تعرض للترددات الراديوية كنتيجة لطبيعة العمل و إن هؤلاء الناس قد اطلعو بشكل تفصيلي على مخاطر الترددات الراديوية RF.

- هذا النوع من التعرض ينطبق ايضاً على الحالات التي يكون فيها التعرض كنتيجة للمرور و التنقل خلال مناطق تكون فيها مستويات التعرض اعلى من مستويات تعرض عموم السكان.

في مثل هذه الحالات لا يتسطيع السكان السيطره على مستويات التعرض الا من خلال مغادرة المنطقة. كما ان التعرض غير المسيطر عليه يشمل ايضاً السكان الذي يعيشون بجوار محطات خلويه او محطات PCS (Cellular or PCS Base Stations)

الجدول (1) يبين حدود التعرض العليا المسموحة في مناطق العمل مع الـ RF

مديات التردد (MHZ) Frequency Range	كثافه القدره (mW/cm^2) Power density	الزمن المتوسط (min) Averaging time
0.3-3.0	100	6
30-3.0	$900/f^2$	6
30-300	1.0	6
300-1500	f/300	6
1500-100.000	5	6

جدول رقم (2)

حدود التعرض لعموم السكان / التعرض غير المسيطر عليه Limits for General Population / Uncontrolled Exposure

مديات التردد Frequency Range (M HZ)	كثافة القدرة Power Density ($mW/cm^{2)}$	الزمن المتوسط Averaging Time (min)
0.3 – 1.34	100	30
1.34-30	$180 / f^2$)	30
30-300	0.2	30
300-1500	F /1500	30
1500-100.000	1.0	30

الجدول (2) يبين نفس حدود التعرض ولكن لعموم الناس .

يعبر عن مستويات التعرض العظمى المسموح بها بوحدات الملي واط / سم^2 (mW/cm^2) و تكون هذه المستويات مختلفه القيمة باختلاف الترددات. ويكون متوسط زمن التعرض في المناطق المسيطر عليها (المهنية) سته دقائق بينما متوسط زمن التعرض في المناطق الغير مسيطر عليها (السكانية) هو ثلاثون دقيقة.

على سبيل المثال فان مهندس نظم الاتصالات الشخصية (PCS) والذي يكون على معرفة كاملة بمخاطر التعرض للاشعاع فانه قد يتعرض الى كثافة قدرة مقدارها $10m\ W/cm^2$ وبواقع ثلاث مرات خلال فترة كل سته دقائق.

بشكل عام فان المعادلة التاليه تنطبق :

$$Se\ te = Sl\ ta$$

عندما Se متسوى كثافة قدرة التعرض ($m\ W/cm^2$) te : زمن التعرض المسموح به لمستوى كثافة القدرة Se .

Sl حد التعرض الاعلى المسموح به لكثافة قدرة معينة بوحدات mW/Cm^2 .

4- تطبيق حدود التعرض الاعظم المسموح به Application of MPE limits

FCC استثنت ابراج محطات ألأتصالات الشخصية PCS ذات هوائيات الارسال الموضوعه على ارتفاع اكثر من عشر امتار فوق مستوى سطح الارض. هذا الاستثناء ينطبق ايضاً على محدادت (PCS roof top) ذات القدرة الكلية لكل القنوات (all channels) الاقل من 2000 W ERP كما مبين في جدول رقم (3) الذي يلخص قواعد تقييم حدود التعرض العظمى المسموح بها (M P E evaluation criteria) .

جدول (3) قاعدة تقييم التعرض الاعظم المسموح للانظمة الخلويه و انظمة P C S

الخدمة service	الامكانية Facility	قاعدة تقييم الـ M P E
الخلوي Cellular	Non – roof top antennal	الارتفاع فوق مستوى الارض الى مركز الاشعاع > 10 متر وان القدرة الكلية لكل القنوات < ERP 1000 W
الخلوي	Rooftop antennas	القدرة الكلية لكل القنوات ERP > 1000 W
P C S	Non-Rooftop antennas	الارتفاع فوق مستوى الارض الى مركز الاشعاع اقل من 10 متر وان القدرة الكلية لكل القنوات < 2000 W ERP
P C S	Rooftop antennas	القدرة الكلية لكل القنوات < E 2000W R P

بالاعتماد على قاعدة التقييم (evaluation criteria) المبينه في جدول رقم (3) يكون من الضروري تحديد فيما اذا كانت القدرة الكلية لكل القنوات من موقع خليه معينة (Particular cell site) فيما اذا كانت تزيد ام لا تزيد عن 1000 W ERP للخلوي او 2000 ERP للـ P C S .

القدرة الكلية لكل القنوات هي حاصل جمع الـ ERP لكل المرسلات العامله (operating transmitters) في المنظومة (Facility).

بالنسبة للمواقع التي تستخدم هوائيات ارسال مقسمة على شكل مقاطع Sectorized transmitting antennas فان نحتاج للاخذ بالاعتبار فقط الحد الاعظم الممكن من ERP في

مقطع واحد Single sector (أي قيمة ERP في مقطع الهوائي المقسم للاشكل مقاطع sectorized antenna .

وبالنسبة لانظمة CDMA فان حسابات القدرة الكلية لكل القنوات " total power of all channels " موضوع معقد و ذلك لان النظام يستخدم مايسمى سيطره القدرة الامامية Forward power control لزيادة التغطية والسعة (Coverage and capacity).

قدرة الارسال الامامي لل (CDMA'S) على قناة ألرسال Traffic channel تتغير بشكل مستمر لكي تستجيب لتغيرات طروف خط ألرسال Link condition. كما ان قدرة أي قناة CDMA (Single CDMA Traffic Channel) تتغير بمستوياتها العظمى و الصغرى.

اضافة الى ما تقدم فانه من غير المحتمل بان كل القنوات تعمل بمستوياتها العظمى كل الوقت.

بافتراض بان قدرة الـ traffic channel تكون موزعة بانتظام (Uniformly distributed) بين مستوياتها العظمى و الصغرى ، فان متوسط قدرة قناة الـ traffic بالامكان استخدامها لحساب القدرة الكلية لكل القنوات.

5- كيف نحسب متوسط الـ ERP لقناة traffic واحد (∓) ؟

1- نستخدم ∓ = t lG

2- t = $\frac{t\max - t\min}{2} + t\min$

عندما t_{max} = قدرة خرج المرسل العظمى القناة خط واحده maximum transmitter output power of one traffic channel .

t_{min} :- القدرة الصغرى لخرج المرسل لقناة خط واحده t = متوسط قدرة خرج المرسل العظمى لقناة خط واحدة :- مفاقيد خط الارسال (رقم بين صفر و 1) بين خرج المرسل والهوائي

G :- ربح هوائي الارسال في المقطع ، او الربح الاعظام للهوائي .

كيف نحسب القدرة الكلية (اي E R P) لكل القنوات أي P_{total} لمحطة (base station) معينة ؟ نستخدم قدرة قناة الخط جنباً الى جنبا مع الـ (deterministic overhead powers) (اي i.e pilot , paying , and sync) لغرض حساب P_{total}

$$P_{total} = P_a + P_B + P\gamma + N\overline{T}$$

المرشد P_a = pilot ERP

P_B= paging ERP

$P\gamma$ = sync ERP

عدد قنوات الخطوط المجهزة = N للمحطة (Base station)

N : number of traffic channels equipped in the base station

Or $P_{total} = P \mid G$

قدرة خرج المرسل (وهي القدرة العظمى لمضخم القدرة) للمحطة الارضية

6- ماهي اهمية حساب P_{total} لكل محطة ارضية (وهي المحطات التي نراها فوق ابراج توضع هادة فوق العمارات Base station) في المنظومة ؟

و ذلك لكي نحدد فيما اذا كانت تنسجم مع قواعد تقييم حدود التعرض العظمى المسموح بها المبينة في الجدول (3)

انها مسؤلية كل مجهز خدمة لكي يحدد بدقة القدرة الكلية الحقيقية و الـ E R P باستخدام قياسات حقيقية .

7- تقييم كثافة قدرة التعرض الاعلى المسموح

هنالك عدة طرق لحساب قوة مجالات R F و مستويات كثافة القدرة حول الهوائيات المشعة (radiating antennas)

الطريقة الابسط للتنبؤ بمستويات كثافة القدرة في المجال البعيد للهوائي تعطي بالعلاقة التاليه

$$s(\Theta,\phi) = \frac{1.64p(\Theta,\phi)}{4\Pi r2}$$

عندما S = كثافة القدرة

P = ERP للهوائي كدالة للاتجاة الافقي Θ والثاقولي ϕ من الهوائي الباعث للاشعاع

r: - المسافة الى المركز المشع للهوائي

8- كيف يمكن حساب P لل ERP ؟

نحسبه باستخدام العلاقة $\underline{P(\Theta,\Phi) = \ell G(\Theta,\Phi)}$

P : قدرة خرج المرسل

$G(\Theta,\Phi$: ربح الهوائي كدالة للاتجاة الافقي

ℓ

و الاتجاة العمودي Φ من الهوائي المشع .

من الضروري ملاحظة إن ربح الهوائي (antenna gain)

هو دالة لـ Θ و Φ و إن ERP هي ايضا دالة لربح الهوائي و كثافة القدرة هي دالة لـ Φ و Θ للحالة الاسوء في تنبؤ كثافة القدرة على او بالقرب من السطح مثلاً على مستوى سطح او على roof top نفترض انعكاس للاشعاع القادم بمقدار 100% . هذا الافتراض يقود الى مضاعفة شدة المجال المتوقع (field strength) او الزيادة باربحة اضعاف في كثافة القدرة في المجال البعيد (far – field) في هذه الحاله فان العلاقة السابقة ممكن إن تاخذ الشكل التالي :

$$S(\Theta,\Phi) = \frac{(2)^2 1.64P(\Theta,\Phi)}{4\Pi\gamma^2} = \frac{1.64P(\Theta,\Phi)}{\Pi\gamma^2}$$

حالات وضع الهوائيات المشعة على السقوف (roof tap) و هنالك احتماليه و جود الناس عند الهوائيات او بالقرب منها بعدة اطوال موجبه او في المجال القريب (rear field) للهوائي عندها فان المعادلتين الاخيرتين لا تبقى حقيقية .

في هذة الحالة فان الموديل الاكثر مصداقية هو الذي يعتمد على معكوس المسافة (inverse distance) بدلاًمن معادلات المجال البعيد انفة الذكر .

في المجال القريب فان كثافة القدرة تضمحل كدالة لـ γ بدلاً من γ^2

الموديل البسيط و المناسب هو الموديل الاسطواني cylindrical model والذي فيه القدرة المشعة (radiated power) توزع على مساحة سطحية اسطوانية تخيلية .

$$S(\Theta,\Phi)=\frac{1.64P(\Theta,\Phi}{2\Pi\gamma b}$$

b هي بعد الهوائي (dimension)

لهوائي مقطع (sectorized)

$$s(\Theta,\Phi)=\frac{1.64(360)P(\Theta,\Phi)}{2\Pi\gamma b\Theta_s}$$

Θ_s هي عرض حزمة مقدارة 3-dB لهوائي بالدرجات

9- قواعد تخفيف تاثيرات RF

- تقييد الدخول (Restricting access) للمناطق عاليه كثافات قدرات R F
- تسييج و قفل المناطق الخطرة مع منع دخول غير المخولين
- تحديد فترة الدخول و التعرض خاصة في المناطق المهنية المسيطر عليها .
- وضع الهوائي (antenna placement) في الاماكن الصحيحة
- على المهندسين الاعتماد على ضوابط الـMPE عند تصميم مواقع الخلايا cell sites
- في حالات الهوائيات السقفية (roof top) يجب رفع هوائيات الارسال اعلى ما يمكن لزيادة γ و بالتالي تقليل كثافة القدرة في المناطق السكنية.
- الهوائيات الموجهة يجب وضعها قرب حافة السقف و توجه (pointed away) بعيداً عن البناية .

- العزل (shielding) و تقليل القدرة في نفس الوقت رغم إن تقليل القدرة في بعض الحالات يؤثر على كفاءة الاداء.

References:

1. "Electromagnetic Fields and Public HealthL - Extremely Low Frequency (ELF)". Fact Sheet N205. November 1998. World Health Organization. Accessed 12 February 2010^ [a b c d e] "Electromagnetic fields and public health". Fact Sheet No. 322, June 2007. World Health Organization, Accessed 7 February 2010.
2. Cleary, Stephen F. "*Electromagnetic Field: A Danger?*". The New Book of Knowledge - Medicine And Health. 1990. 164-74. ISBN 0-7172-8244-9.
3. "Expertise de l'Afsset sur les effets sanitaires des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences" (in French). 6 April 2010. Retrieved 23 April 2010.
4. García AM, Sisternas A, Hoyos SP (April 2008). "Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis". *International Journal of Epidemiology* **37** (2): 329–40. doi:10.1093/ije/dym295. PMID 18245151.
5. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks-SCENIHR (January 2009). *Health Effects of Exposure to EMF*. Brussels: Directorate General for Health&Consumers; European Commission. pp. 4–5. Retrieved 2010-04-27.
6. The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminals during pregnancy, Marilyn K. Goldhaber MPH*, Michael R. Polen MA, Robert A. Hiatt Md, Phd, Article first published online: 19 JAN 2007
DOI: 10.1002/ajim.4700130608

Copyright © 1988 Wiley Periodicals, Inc., A Wiley Company

American Journal of Industrial Medicine, Volume 13, Issue 6, pages 695–706, 1988.

7- **abortion, low birthweight, or intrauterine growth retardation**

AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE

Volume 18, Issue 6, 1990, Pages: 675–688, Dr. Gayle C. Windham, Laura Fenster, Shanna H. Swan and Raymond R. Neutra

Article first published online : 19 JAN 2007, DOI: 10.1002/ajim.4700180606

8- **Symptoms associated with VDT use**

CLINICAL AND EXPERIMENTAL OPTOMETRY

Volume 73, Issue 4, July 1990, Pages: 111–118, Michael J Collins, Brian Brown, Kenneth J Bowman and Andrew Carkeet

Article first published online : 23 APR 2009, DOI: 10.1111/j.1444-0938.1990.tb03864.x

9- **Skin Symptoms among VDT Workers and Electromagnetic Fields - a Case Referent Study**

INDOOR AIR

Volume 5, Issue 1, March 1995, Pages: 29–37, Monica Sandström, Kjell Hansson Mild, Berndt Stenberg and Stig Wall

Article first published online : 22 APR 2004, DOI: 10.1111/j.1600-0668.1995.t01-3-00005.x

10- **Validity of surrogates for determination of 30–1000 Hz magnetic field exposure for video display terminal users in office settings**

BIOELECTROMAGNETICS

Volume 17, Issue 5, 1996, Pages: 406–410, Sassan Abdollahzadeh, S. Katharine Hammond and Marc B. Schenker

Article first published online : 6 DEC 1998, DOI: 10.1002/(SICI)1521-186X(1996)17:5<406::AID-BEM8>3.0.CO;2-7

11- **Methodological limitations in the study of video display terminal use and upper extremity musculoskeletal disorders**

AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE

Volume 29, Issue 6, June 1996, Pages: 649–656, Fredric Gerr, Michele Marcus and Daniel J. Ortiz

Article first published online : 6 DEC 1998, DOI: 10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<649::AID-AJIM9>3.0.CO;2-E

12- **Hardware to hard hats: Training workers for action (from offices to construction sites)**

AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE

Volume 22, Issue 5, 1992, Pages: 691–701, Robin Baker, Laura Stock and Betty Szudy

Article first published online : 19 JAN 2007, DOI: 10.1002/ajim.4700220507

13- **A Prevalence Study Of The Sick Building Syndrome (SBS) And Facial Skin Symptoms In Office Workers**

INDOOR AIR

Volume 3, Issue 2, June 1993, Pages: 71–81, Berndt Stenerg, Kjell Hansson Mild, Monica Sandström, Jan Sundell and Stig Wall

Article first published online : 22 APR 2004, DOI: 10.1111/j.1600-0668.1993.t01-2-00002.x

الأهمية الإقتصادية والرؤية المستقبلية لإستغلال النيفلين سيانيت فى الدول العربية

الجيولوجي مصطفى داوود
إدارة الثروة المعدنية
المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين

ملخص :

تتميز الصخور الصناعية فى الوطن العربى بإستخدامات واسعة النطاق لتلبية احتياجات السوق الصناعية وذلك من خلال تنمية الصناعات المرتبطة بها مثل صناعة الزجاج، الورق، السيراميك والبورسلين،الصناعات الكيميائية ، الأدوية ، الدهانات ، المنسوجات وغيرها. وبالنظر الى الإستخدامات المتعددة للصخور الصناعية فى التصنيع بأشكال صناعية مختلفة وكثرة إنتشارها فى الدول العربية فإنه يمكن التعريف بها وخلق فرص صناعية وذلك بالإستغلال الأمثل لها والرفع من القيمة المضافة للصخور الصناعية لدفع الدول العربية للحد من استيراد المواد الخام المصنعة من الصخور الصناعية.

ومن ضمن الصخور الصناعية التى تنتشر فى عدد من الدول العربية، هى صخر النيفلين سيانيت الذى يدخل في العديد من الصناعات مثل الزجاج والسيراميك والصيني والبورسلين والألياف.....الخ كما يمكن استخدامه لإستخلاص الألمونيا، حيث يوجد توجه عالمى لإستخدام صخر النيفلين سيانيت وذلك لتميزه ببعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية التى تقلل من تكلفة الصناعة وايضا توفر الطاقة القائمة على الصناعات المرتبطة به.

ستقوم هذه الورقة بإستعراض الجوانب الفنية والإقتصادية المتعلقة بصخر النيفلين سيانيت بالإضافة إلى الأهمية الإستراتيجية لهذا الصخر، نظرا لتواجدات صخر النيفلين سيانيت فى بيئات جيولوجية محددة فى الدول العربية ومشابهة لتواجداته عالميا كما فى روسيا وكندا

والنرويج وهم الدول المنتجة للنيفيلين سيانيت لإستخدامة فى العديد من الصناعات وتصديره الى الدول الرائدة فى الصناعات القائمة على إستغلال النيفلين سيانيت مثل الدول الأوربية وغيرها.

وستوضح الورقة أماكن تواجد صخر النيفلين سيانيت فى الدول العربية والمعلومات الجيولوجية الخاصة بها وكذلك الإنتاج العالمى بالإضافة الى النماذج الدولية المرتبطة بتعدين وتصنيع النيفلين السيانيت وأيضا الدراسات العربية المعملية التى إجريت على صخر النيفلين سيانيت لمعالجته صناعيا حتى يكون نموذجا لإستخلاص النيفلين سيانيت وتطبيقه عمليا.

وأخيرا الرؤية المستقبلية لإستغلال النيفلين سيانيت، نظرا الى توقع زيادة الطلب عليه من الأسواق الرئيسية مثل الزجاج، والمرشحات ومواد اللاصقة والسيراميك وخاصة الصناعات الناشئة في آسيا والمحيط الهادئ وأمريكا اللاتينية. بالإضافة الى أن أوروبا هي أكبر سوق للنيفيلين سيانيت وعلى ذلك يجب ان تدخل الدول العربية الأسواق العالمية للنيفيلين سيانيت.

مقدمة

تنتشر الصخور الصناعية فى ربوع المنطقة العربية، فإنه يمكن التعريف بها وخلق فرص صناعية وذلك بالإستغلال الامثل لها والرفع من القيمة المضافة للصخور الصناعية لدفع الدول العربية للحد من استيراد المواد الخام المصنعة من الصخور الصناعية. وتتميز الصخور الصناعية فى الوطن العربى بإستخدامات واسعة النطاق لتلبية احتياجات السوق الصناعية وذلك من خلال تنمية الصناعات المرتبطة بها مثل صناعة الزجاج، الورق، السيراميك والبورسلين، الصناعات الكيميائية ، الأدوية، الدهانات، المنسوجات، الصناعات التقليدية (الحلى والخزف)،صناعة الأسمدة والصناعات الإليكترونية، بالإضافة إلى أهميتها فى صناعة الحديد والصلب والصناعات النفطية والأسمنت ومواد البناء والأدوات الصحية.

ومن ضمن الصخور الصناعية التى تنتشر فى عدد من الدول العربية، صخر النيفلين سيانيت الذى يدخل في العديد من الصناعات مثل الزجاج والسيراميك والصيني والبورسلين والألياف وغيرها كما يمكن استخدامه لإستخلاص الالومينا. حيث يوجد توجه عالمى لإستخدام النيفلين سيانيت وذلك لتميزه ببعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية التى تقلل من تكلفة الصناعة وايضا

توفر الطاقة القائمة على الصناعات المرتبطة به. وسوف نتحدث عن وصف وخصائص صخر النيفلين السيانيت وانتشاره فى الدول العربية وكذلك إستخدماته والتجارب الدولية والعربية لإستخدامة ومدى أهميته فى المستقبل.

صخر النيفلين سيانيت

صخر النيفلين سيانيت هو صخر نارى جوفى تتميز بلوراته من المتوسط الى الخشن Holocrystalline ولونه فاتح، رمادى او وردى وليس يختلف كثيرا عن صخور الجرانيت (شكل رقم1) ويتكون اساسا من معادن الفلسبار القلوى (أرثوكليز وميكروكلين) و النيفلين ولا وجود للكوارتز او يكون تركيزه على الأكثر 5% ومن المعادن الثانوية سوداليت Sodalite، أوجيت Augit، ايجيرين Aegirinr، بيوتيت Biotite، هورنبلندHornblend ، سفين Sphene، زركون Zircon، أكاسيد الحديد (ماجنتيت Magnetite)، أباتيت Apatite، جارنتGarnet ، مسكوفيت Muscovite ، كوراندوم Qurandom وكذلك معادن الأرضية النادرة REE .

كيميائيا، صخور النيفلين سيانيت تحتوى على نسبة عالية من الألومينا (>21%) والقلويات (Na_2O+K_2O) اقل من 15% وإنخفاض فى السليكا (<60%) والحديد Fe_2O_3 (<2%) حسب الجدول الأتى.

Total	CO_2	P_2O_5	MnO	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2
99.92	0.59	0.14	0.14	8.17	5.34	4.17	1.21	2.15	2.6	21.77	0.59	52.41

يتميز النيفلين سيانيت بنسبة عالية من $(Na_2O + K_2O) /SiO_2$ و$(Na_2O + K_2O) /AL_2O_3$، التي تمثل على التوالي وجود معدن النيفلين وكذلك المعادن القلوية المافية. لذلك، يتم تصنيفه جيوكيميائيا بالصخر القلوى، حيث يحتوى على نسبة منخفضة من الحديد والمغنسيوم حوالى 3% فيصنف كصخر حامضى، ومع ذلك فإن نسبة SiO_2 ليست عالية جدا، حوالى 53٪ إلى 62٪، وهو ما يعادل صخور انديسايت والديوريت فيصنف النيفلين سيانيت كصخر متوسط كيميائيا Intermediate rocks .

النيفلين سيانيت هو صخر السيانيت الغنى بمعدن النيفلين، فالسينيت، كلمة لاتينية تعنى "اللازورد Syenitis" (اللازورد = الحجر) مشتقة على اسم مدينة أسوان (مدينة في جنوب مصر)، وهو يتكون أساسا من الفلسبار القلوي الذي تكون نسبته في حدود 80% من حجم الصخر الكلى

شكل رقم 1: صخر النيفيلين سيانيت

ويحتوى على معادن الفلسباثويدات وهى النيفلين ، سوداليت و/أو لوسيت. فالنيفلين معدن مكون لصخور النيفلين السيانيت، النيفلين مونازيت والنيفلينيت وهو أحد معادن الفلسباثويد الغنية بالفلسبار القلوى والفقيرة فى السليكا ويتميز باللون الفاتح الى الرمادى ودرجة الصلادة 5.5-6 وتركيبة الكيميائى (Na,K) Al SiO_4). معدن النيفلين قابل للتفاعل مع الأحماض حيث يتكون على سطح المعدن غائم متجمد، كما ان المسحوق منه يذوب فى حمض الهيدروكلوريك.

استخدامات النيفلين سيانيت

يستخدم النيفلين سيانيت فى العديد من الصناعات كالأتى:-

1. **صناعة الزجاج**

يعتبر النيفلين سيانيت من أكثر الصخور الصناعية التي تستخدم في صنع أشكال مختلفة من الزجاج (الحاويات الزجاجية ، الزجاج المصقول، الألياف الزجاجية ، الزجاج الورقى، الزجاج الكهربائي ،الزجاج البورسليكات، وزجاج أدوات المائدة) حيث يمثل محتوى النيفلين سيانيت أقل من 0.5٪ في الزجاج و الألياف الزجاجية المسطحة، 8٪ في الحاويات الزجاجية،11٪ في النظارات التخصصية و 18٪ في الألياف الزجاجية العازلة. ويتميز صخر النيفلين سيانيت بكونه مصدرا أساسى للألومينا ، الصودا وذلك لأن نسبة الحديد أقل من 0.1 % و الألمونيا اكبر من 23% و إجمالى أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم أكبر من 14% وهذه المواصفات

اللازمة لتصنيع الزجاج وإذا كانت نسبة الحديد عالية (أقل من 0.35 %) فإنه يستخدم فى صناعة الزجاج الداكن او الملون والألياف الزجاجية حيث تكون القلويات بمثابة عامل الصهر. يعتبر صخر النيفلين سيانيت مصدرا للألومينا فى صناعة الزجاج، حيث يتحقق ذلك عند أدنى درجة حرارة انصهار عن طريق خفض اللزوجة، وبذلك فإن النيفلين سيانيت المستخدم يحسن إنتاجية الزجاج ويضيف نوعية فريدة من المتانة، الأمر الذي يجعل من الزجاج أكثر مقاومة للكسر. ويرجع هذا الى تدفقات النيفلين سيانيت، الحاوية على السليكات كمكون معدنى دون إضافة سيلكا حرة أثناء التصنيع . فإن احتواء النيفلين سيانيت على الألومينا والفلسبار القلوى بنسب معينة لكل وحدة وزن يجعل له الأفضلية بالتنافس مع الفلسبار والألبيت فى صناعة الزجاج.

مميزات إستخدام النيفلين سيانيت فى صناعة الزجاج مقارنة بالفلسبار يمكن ان تتلخص فى الأتى:-

- ✓ ارتفاع محتوى البوتاسيوم والصوديوم ويمكن أن يحل محل رماد الصودا جزئيا اثناء تصنيع الزجاج.
- ✓ إنخفاض درجة الإنصهار الى 40 درجة مئوية نظرا لوجود السليكا غير حرة أثناء الإستخدام فى فرن الزجاج.
- ✓ محتوى أكسيد الالمنيوم عالي ومحتوى أكسيد السيلكا منخفض، لذلك يمكن خفض إستهلاك أكسيد الألمنيوم فى صناعة الزجاج.
- ✓ إمكانية تقليل نسبة أكسيد الحديد فى الزجاج.
- ✓ فى إنتاج الزجاج المصقول محتوى أكسيد الألمنيوم فى المنتج 1.5%،إذا كان طاقة الصهر 300 طن يوميا فإن استهلاك الفلسبار هو 10950 طن/سنة مقارنة مع النيفلين سيانيت هو 7775 طن/سنة. فبذلك تتوفر تكلفة النقل لتوفير 3175 طن/سنة.
- ✓ يوفر تكلفة الانتاج والطاقة ويقلل من كمية رماد الصودا وتحسين جودة المنتج، ففى كثير من البلدان المتقدمة، تستخدم النيفلين سيانيت فى صنع الزجاج لفترة طويلة مثل Nanfang (Glass Group (Shenzhen), وغيرها فى الصين كما هو موضح بالجدول الأتى:

الصخر المستخدم	السعر (دولار/طن)	الكمية المطلوبة كجم (طن الزجاج)	كمية الإستهلاك (طن/سنة)	الكلفة الإجمالية (دولار/سنة)	ملاحظات
النيفلين سيانيت	45.5	71	7775	353762.5	استخدام النيفلين سيانيت يوفر 36824 دولار سنويا
الفلسبار	35.67	100	10950	390586.5	

2. السيراميك

يستخدم النيفلين سيانيت في السيراميك ،الأدوات الصحية وأدوات المائدة، حيث يعمل كمادة مضافة في السيراميك لانصهاره عند درجات الحرارة منخفضة وكذلك التحكم فى حرارة الأفران. كمية النيفلين سيانيت المستخدمة فى صناعة السيراميك يتراوح بين 10٪ إلى 55٪ في بلاط الأرضيات والجدران، من 15٪ إلى 30٪ في الخزف والصينى، من 25٪ إلى 35٪ في الأدوات الصحية، و 30٪ إلى 50٪ في البورسلين. تتميز صناعة سيراميك الأرضيات والجدران من النيفلين سيانيت عن باقى الخامات مصدر الألومينا، لأنه يتميز بأقل معدل إمتصاص ، أقل نسبة رطوبة، الإنصهار عند درجات حرارة اقل دون حدوث توسع حرارى.

3. الدهانات، الطلاء، مواد مالئة (حشو) وحبيبات الأسطح

نظرا لتميز النيفلين سيانيت المطحون، بدرجة عالية من السطوع مع انخفاض شدة الصبغة ومقاومته للتأكل والتحلل الكيميائى فيتم استخدامه كمادة مالئة في صناعة البلاستيك والمطاط والمواد اللاصقة (جدول رقم 1). كما يتم طحنه الى 2 ميكرون ليستخدم فى صناعة الأصباغ والدهانات لأنه يحتوى عل العديد من المميزات كالأتى:-

- ✓ ذو لامعة جيدة، القدرة على الإحتفاظ باللون ومقاومة ظروف الطقس المختلفة فى الدهانات الخارجية والداخلية.
- ✓ القدرة على تحسين اللون وتوحيد اللمعان.
- ✓ المتانة ومقاومة البقع والكيماويات.

ويمكن ان يستخدم لإنتاج أصباغ شفافة عالية النقاء مناسبة لأنظمة العلاج الإشعاعي. يستخدم النيفلين سيانيت في حبيبات الأسطح او الأسفلت لحمايتهم من التدهور، لتميزه بتخفيف تأثير الأشعة فوق البنفسجية ومقاومته للعوامل الجوية، وهناك بعض الاستخدامات المحتملة الأخرى مثل الأسمدة ، الأسمنت البورتلاندي، الاسمنت المقاوم، والخرسانة والورق ومواد الطريق. وتستخدم نفايات طحن النيفلين سيانيت، كعامل تلوين وصهر وايضا لملئ المكابس في صناعة الطوب.

جدول رقم 1: يوضح أداء إستخدام النيفلين سيانيت فى صناعة الطلاء

امتصاص الزيت	منخفض	**قدرة الإشعال**	ضعيفة
المقاومة الكيميائية	عالية	**التبييض**	عالية جدا
مقاومة الطقس	عالية جدا	**مقاومة التآكل**	عالية جدا
قوة الصبغة	منخفضة	**مقاومة الصقل**	عالية جدا
تطور اللون	عالية جدا	**مقاومة البقع**	عالية جدا
الاحتفاظ باللون	عالية جدا	**مقاومة العفن**	عالية جدا

4. **الألومينا**

يستخدم كمية كبيرة من النيفلين سيانيت لإنتاج الألومينالمستخدم فى صناعة الألمنيوم. وعلى سبيل المثال، تنتج روسيا معظم احتياجات الألمنيوم بسبب محتوى الألومينا العالى فى صخور النيفلين سيانيت، كما تناولت عدة بلدان أخرى مواقع النيفلين سيانيت المتوفرة لديها بغرض إنتاج الألومينا، ولكن كان التفوق والنجاح لروسيا.

5. **أحجار الزينة والركام**

يتميز صخر النيفلين سيانيت بمظهره الجيد وتجانسه النسبى لخلوه من الفواصل والشقوق، فيمكن صقله وتلميعه واستخدامه كأحجار زينة. وهناك العديد من الأماكن تستخدم النيفلين سيانيت المجروش فى الخرسانة.

تواجدات النيفلين سيانيت عالميا

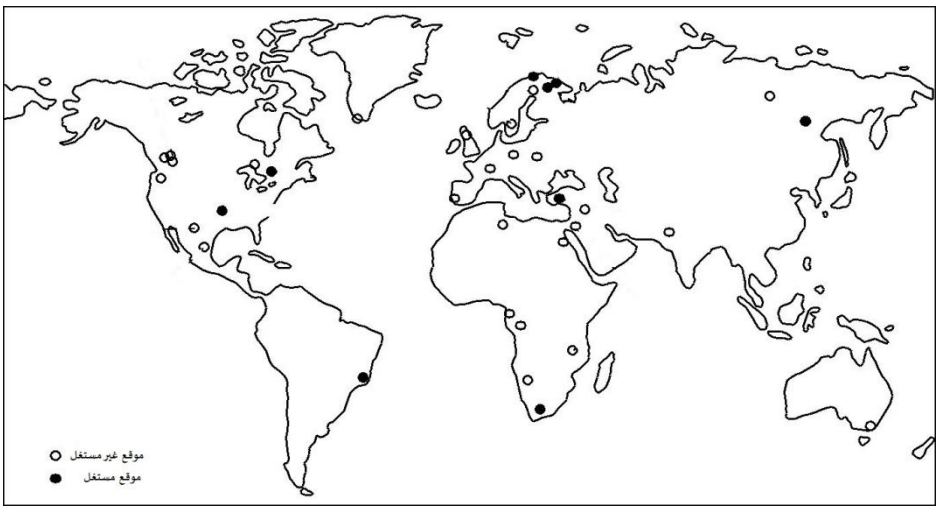
تنتشر تواجدات النيفلين سيانيت فى معظم القارات، والمعروف عالميا فى قارة اسيا وأوروبا يوجد حوالى ستة عشرموقع النيفلين سيانيت منهم ثلاث مواقع مستغلة بطريقة المنجم المفتوح وأثنان بطريقة المنجم تحت السطحى فى روسيا (جدول رقم 2)، كما يوجد موقع للنيفيلين سيانيت بجبل السودا بالمملكة العربية السعودية وهو غير مستغل حاليا. فى قارة أفريقيا يوجد ستة مواقع منهم واحد فقط مستغل فى جنوب أفريقيا كما يوجد موقع بالصحراء الشرقية (جبل ابو خروق) بمصر وهو لم يستغل حاليا.

فى قارة أمريكا الشمالية يوجد عشرة مواقع للنيفيلين سيانيت منهم ثلاثة مستغلة بطريقة المنجم المفتوح واخيرا فى امريكا الجنوبية وتحديدا فى البرازيل يوجد موقع مستغل (شكل رقم 2)، علما بأن تم رصد مواقع أخرى وخاصة بالدول العربية يتم شرحها فيما بعد مما يعنى أن هناك مواقع أخرى غير معروفة عالميا.

Mine	Company	Mining Method	Startup Date	Capacity, *tpy*	Comments
Khibiny, Kola, Russia	Apatit Production Association	3 open pit and 2 underground	1929	1,500,000	Apatite with by-product nepheline syenite produced
Lovozero massif, Kola,Russia	na*	Na	na	na	By-product of REEs production from syenite,urtite
Kiya-Shaltyr andGoryachegorsk, Siberia	na	Na	na	na	Aluminum production from urtite and ijolite
Blue Mountain, Havelock,Ontario	Unimin Corporation	Open pit	1955	700,000	Crush, magnetic separation, sizing, fine grinding
Blue Mountain, Nephton,Ontario	Unimin Corporation	Open pit	1936	Included with Havelock Mine	Crush, magnetic separation, sizing, fine grinding
North Cape, Stjernoya,Norway	North Cape Minerals AS (owned by Unimin)	Underground	1961	330,000	Nepheline syenite
Fourche Mountain,Arkansas, United States	3M Company	Open pit	1947		Roofing granules, construction aggregates
Canaan, Rio de Janeiro,Brazil	Unimin Corporation		1980	134,000	Litchfieldite

Sichuan, Shuiye, Anyang,Henan Province, China	Fineton Industrial Minerals Ltd.	Under development	1994	35,000	100,000 t of ore
Bursa Orhaneli, Turkey	Matel Hammade San ve Tic AS	Open pit	na	na	40 Mt of nepheline syenite
South Africa		Quarries	na	na	Crushed stone, nepheline syenite

(جدول رقم 2) يوضح اهم مواقع إستغلال النيفلين سيانيت فى العالم لأغراض صناعية مختلفة:



شكل رقم 2: مواقع تواجدات النيفلين سيانيت عالميا

الإنتاج العالمى للنيفيلين سيانيت

يُنتج النيفلين سيانيت في البرازيل، كندا، الصين، النرويج، روسيا وتركيا والدول التى تتصدر الدول المنتجة كالأتى:-

- روسيا: ، تقوم شركة UC RUSAL بإنتاج النيفلين سيانيت لإستخدامه في إنتاج الألومينا من منجم Kiya-Shaltyr فى جبل the Goryachegorsk Massif بوسط سيبيريا ، ففى عام 2013 بلغ الإنتاج حوالى 4.66 مليون طن وفى عام 2012 الى 4.95 مليون طن ووصلت نسبة الإنخفاض إلى 6%. وشكلت الشركة نحو 8٪ من الإنتاج العالمي من الألمنيوم وكان الانخفاض فى إنتاج الألومينا يرجع إلى الإنخفاض فى إنتاج النيفلين سيانيت.

- كندا تقوم شركة Unimin Canada Ltd بإنتاج النيفلين سيانيت من منجمين في الجبل الأزرق وNephton بأونتاريو على بعد 175 كم شمال شرق تورونتو. ويقدر الإنتاج بحوالي 674 ألف طن في عام 2013 ارتفاعا من حوالي 586 الف طن في عام 2012 (الموارد الطبيعية في كندا، 2014). ويستخدم في صناعة الزجاج، والسيراميك، الحشو، وأسواق المواد الكاشطة. وكانت الصادرات الكندية للنيفيلين سيانيت 545 ألف طن في عام 2013، منها 491 ألف طن تم تصديرها إلى الولايات المتحدة.
- النرويج: أنتجت شركة EuropeSibelco النيفلين سيانيت من منجم مفتوح على الجزيرة القطبية الشمالية من Stjernoy وكان يتم في الموقع معالجة خام (الكسر والتجفيف والطحن، والغربلة، والفصل المغناطيسي، وتصنيف الهواء) لإستخدامه فى صناعة الزجاج والسيراميك وصناعات الطلاء وإزالة الكبريت من الصلب. في عام 2013، كانت صادرات النرويج من النيفلين سيانيت 328 ألف طن، ذهب معظمها إلى دول أوروبية أخرى، بما في ذلك 30 في المائة إلى بولندا، 21٪ إلى هولندا، و 17٪ إلى ألمانيا، و 11٪ إلى المملكة المتحدة (شعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة).

مواقع النيفلين سيانيت فى الدول العربية

تم رصد مواقع للنيفيلين سيانيت فى عدد من الدول العربية بناءا على الأبحاث والدراسات المتوفرة وهى كالأتى:-

1. **الجزائر**

فى منطقة اناهيف Anahef التى تقع عند تقطع الإحداثيات خط الطول ´15 °24 شمالا وخط العرض ´10 °07 شرقا (شكل رقم 3)، يوجد منطقتان لتواجدات النيفلين سيانيت ويختلف محتواها المعدنى وخاصة نسبة النيفلين وهى كالأتى:-

- أشكال Achkal: تقع شمال غرب منطقة اناهيف وهى عبارة عن معقد نارى جوفى Ring complex، يوجد على شكل حلقى ويصل نصف قطره حوالى 4 كم ويتكون من صخور الرايوليت والتراكيت التى تحيط بصخور السيانيت، ويحتوى النيفلين سيانيت على معادن الأرثوكليز، الأمفيبول والبيروكسين وقليل من النيفلين.

- شمال تهارك Taharaq: عبارة عن مكون دائرى circular plug من صخور النيفلين سيانيت بأبعاد 0.8* 1.6 كم . يتكون النيفلين سيانيت من معادن الأرثوكليز،البيرثيت، البلاجيوكلاز، النيفلين، اوجيت وايجيرين والبيوتيت.

شكل رقم3:موقع منطقة اناهيف Anahef بالجزائر الحاوية على منطقتين للنيفيلين سيانيت

2. السودان

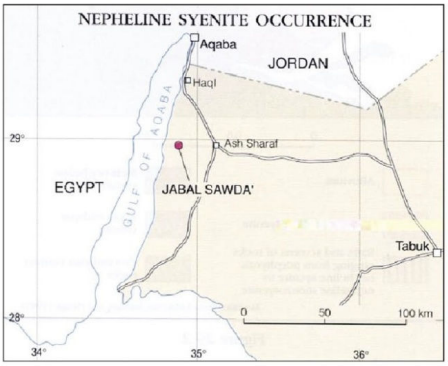
يوجد النيفلين سيانيت بجبل ديمبير Jabal Dumber ،الذى يقع فى الجز ء الجنوبى من السودان عند تقاطع إحداثيات خط الطول ´29 °12 شمالا وخط العرض ´48 °30 شرقا (شكل رقم 4) . يوجد على شكل بيضاوى بأبعاد 13*4 كم ويمثل 90% من الجبل صخر السيانيت الوردى اللون ويتكون أساسا من الأورثوكليز 70-80% والنيفلين والمنيت وهيماتيت .

شكل رقم 4: موقع جبل ديمبير بالسودان

3. المملكة العربية السعودية

المنطقة الوحيدة الحاوية على صخر النيفلين سيانيت بالسعودية، هى جبل سودا Jabal Sawda ويقع فى الشمال الغربى من المملكة (شكل رقم 5) وعلى بعد 7 كم شرق خليج العقبة وبعد حوالى 35 كم جنوب عقل وتغطى المنطقة حوالى 7كم^2.

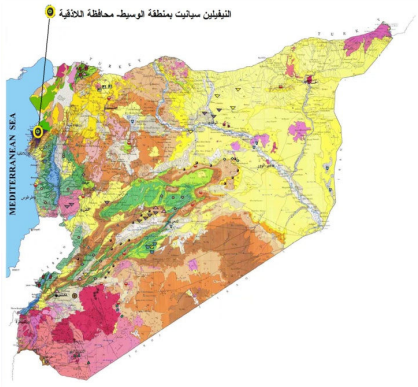
جيوكيميائيا، يحتوى صخر النيفلين سيانيت على النيفلين بنسبة أكبر من 30% والفلسبار القلوى بنسبة أكبر من 60% بالإضافة الى وجود سوداليت ،أوجيت، البيوتيت وقليل من البلاجيوكليز. كيميائيا، محتوى أوكسيد البوتاسيوم ما بين 4-6% ومحتوى أكسيد الصوديوم ما بين 6-8% وإجمالى أوكسيد الحديد أوكسيدالمنجنيز وأوكسيد الماغنسيوم و أوكسيد التيتانيوم يصل ما بين 2-13%.



شكل رقم 5: موقع جبل سودا بالمملكة العربية السعودية

4. سوريا

يوجد النيفلين سيانيت في منطقة قسطل المعاف بمحافظة اللاذقية فى شرق سوريا (شكل رقم 6) وأظهرت الدراسات الجيولوجية التى أجريت على المنطقة أن الإحتياطى المؤكد 1.5 مليون طن كذلك الإحتياطى الجيولوجى 1.5 مليون طن. وتتألف هذه الصخور تركيبيا من معادن البلاجيوكلاز و الفلدسبار، ومعادن قلوية تعكس الطبيعة القلوية لهذه الصخور وتشيرنتائج التحاليل الكيميائية الى وجود نسبة عالية من أكاسيد الصوديوم والبوتاسيوم.



شكل رقم 6: موقع صخر النيفلين بمنطقة الوسيط بمحافظة اللاذقية فى شرق سوريا

5. ليبيا

يوجد النيفلين سيانيت بليبيا فى ثلاث مناطق وهم كالأتى:-

- منطقة جبل اركين Archen

يقع جبل اركين فى جنوب ليبيا عند تقاطع الأحداثيات خط طول ´16 °22 شمالا وخط عرض ´43 °24 شرقا (شكل رقم 7) ويوجد على هيئة قواطع حلقية يصل سمكها من 1700-1500 م ويحتوى على النيفلين بنسبة أكبر من 20% (شكل رقم 8).

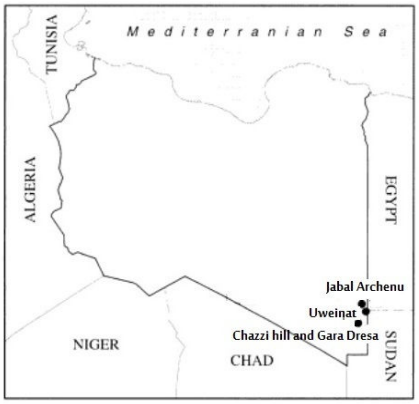
- منطقة العوينات

تقع منطقة العوينات بجنوب ليبيا ويمتد جزء منها شرقا فى الجزء الجنوب الغربى من مصر كما يقع جنوب شرق جبل اركين وتقع عند تقاطع الأحداثيات خط طول ´55 °21

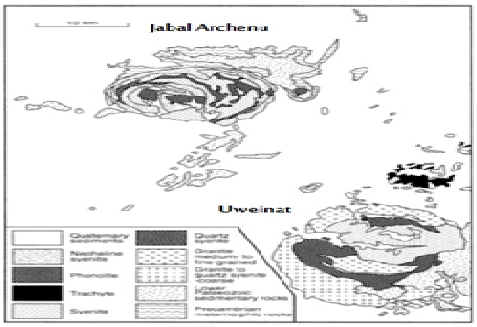
شمالا وخط عرض ´55 °24 شرقا (شكل رقم 7) وتغطى المنطقة مساحة قدرها 430 كم^2 (شكل رقم 8).

- جبل شاذى وجارا دريسا Chazzi hill and Gara Dresa

يوجد النيفلين سيانيت ضمن التركيب الحلقى لجبل شاذى، حيث يصل نصف قطرها الى 4 كم وتقع عند تقاطع الأحداثيات خط طول ´25 °21 شمالا وخط عرض ´32 °24 شرقا (شكل رقم 7). جيولوجيا صخور النطاق الخارجى للتركيب الحلقى عبارة عن نيفيلين سيانيت خشن الحبيبات وصخور النطاق الداخلى عبارة عن بروفريتك نيفيلين سيانيت وتقع منطقة اخرى حاوية على صخور النيفلين سيانيت تسمى جارادريسا Gara drese غرب جبل شاذى بأبعاد حوالى 12*7 كم.



شكل رقم 7: مواقع صخور النيفلين سيانيت بليبيا

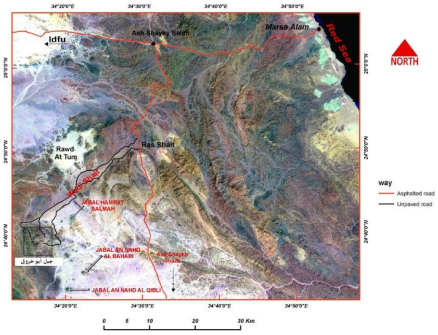


شكل رقم 8: خريطة جيولوجية لجبل اركين ومنطقة العوينات

6. جمهورية مصر العربية

الموقع وطريقة الوصول

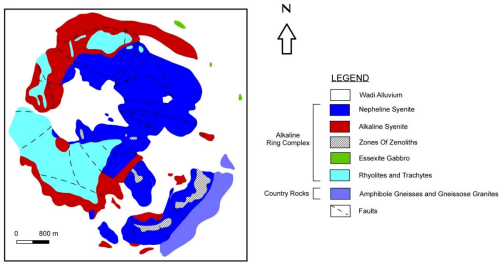
يتواجد النيفلين سيانيت بجبل أبو خروق ضمن التركيب الحلقى Ring complex -جنوب الصحراء الشرقية بمصر، وتقع المنطقة الحاوية للصخر عند خطوط الطول -"24º 38' 00 "24º 40' 15 شمالا وخطوط العرض "34º 17' 30"-34º 15' 30 شرقا ويبعد جبل أبو خروق عن مدينة مرسى علم بساحل البحر الأحمر حوالى 105 كم، كما فى (الشكل رقم 9).



شكل رقم9 : موقع جبل أبو خروق بجنوب الصحراء الشرقية بمصر.

جيولوجية المنطقة

يتكون جبل أبوخروق من الصخور البركانية التى قد تشكلت في وقت واحد قبل تكوين النيفلين سيانيت الذى يتداخل مع صخور الرايوليت. وصخر النيفلين سيانيت هو أحدث الصخور القلوية، حيث يتكون من سلسلة من الصخور تبدأ بصخور السيانيت تحت التشبع بالفلسباثويد مع تغير درجة التشبع لوجود سليكا حرة الى ان تنتهى بصخور السيانيت المشبعة بالسيلكا كما هو موضح بالخريطة الجيولوجية لمنطقة أبو خروق (شكل رقم 10).



شكل رقم10: الخريطة الجيولوجية لمنطقة أبو خروق-مصر

الدراسات الجيوكيميائية والمعدنية

تم إجراء دراسات جيوكيميائية على صخر النيفلين سيانيت لدراسة الأكاسيد الأساسية Major oxides والعناصر الثانوية Trace elements ، فتبين ان متوسط نسبة السليكا 58.28 % ونسبة أكسيد الألومينا 17.75 % كما هو موضح (جدول رقم 3).

جدول رقم3 : نسبة الأكاسيد الأساسية والعناصر الثانوية لصخر النيفلين سيانيت بجبل أبوخروق

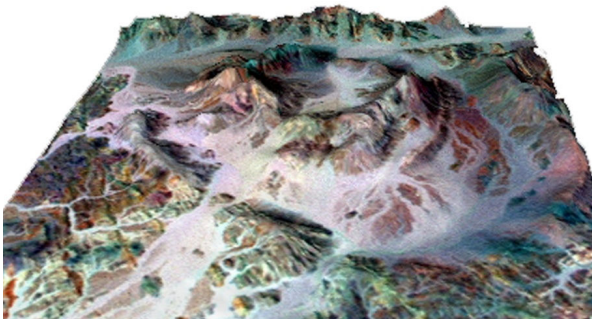
نسبة العناصر الثانوية Trace elements content_ ppm					نسبة الأكاسيد الأساسية % content Major oxides			
المتوسط	الى	من	العنصر		المتوسط	الى	من	الأوكسيد
57.4	574.6	4	**Ba**		**5.28**	62.04	55.02	SiO_2
4.03	13.6	1.5	**Co**		**17.75**	19.9	16	Al_2O_3
30.24	101.2	19.2	**Cr**		**0.27**	0.82	0.12	TiO_2
48.38	82.1	8.2	**Cu**		**5.83**	12.19	3.1	Fe_2O_3
99.09	158.8	40.7	**Nb**		**0.26**	0.73	0.01	**MgO**
12.62	21	7.2	**Ni**		**0.16**	1.1	0.08	**MnO**
21.55	80	14.6	**Pb**		**1.2**	2.19	0.59	**CaO**
85.6	123	51	**Rb**		**8.01**	10.45	5.6	Na_2O
78.3	395.7	27.5	**Sr**		**5.48**	6.2	4.6	K_2O
3.5	14.9	1.5	**V**		**0.05**	0.14	0.02	P_2O_5
20.9	25.4	16.4	**Y**					
92.9	167	36.8	**Zn**					
356.9	608.3	212	**Zr**					
73.4	207	33	**La**					

الدراسات المعدنية

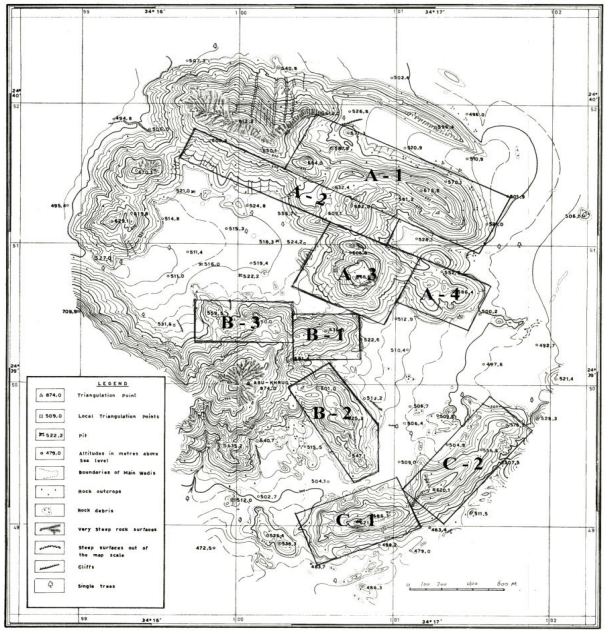
تم اجراء اختبار XRD على صخر النيفلين سيانيت لدراسته معدنيا، تبين ان معدن الألبيت مكون رئيسى (Major) بنسبة أكبر من 20% ، معدن الأرثوكليز كمكون بسيط (Minor) بنسبة من 5-20% ومعادن النيفلين، المسكوفيت، كوارتز،هورنبلند، هيماتيت وجوثيت كمعادن ثانوية (Trace) بنسبة أقل من 5%.

الإحتياطى الجيولوجى

قديما قدر الإحتياطى الجيولوجى لصخر النيفلين سيانيت بجبل ابو خروق بـ 26مليون طن، ولكن حديثا تم دراسته طبوغرافيا (شكل رقم 11) وحصر كميات تواجد صخر النيفلين سيانيت من خلال تقسيمه الى عده مناطق ورفعها مساحيا (شكل رقم 12) فكان مجموعها 260 مليون طن والمنطقة غير مستغلة ولكنها مطروحة للإستغلال من خلال مزايدة عامة فى ديسمبر 2015.



شكل رقم 10: صورة توضح طبوغرافية جبل أبو خروق

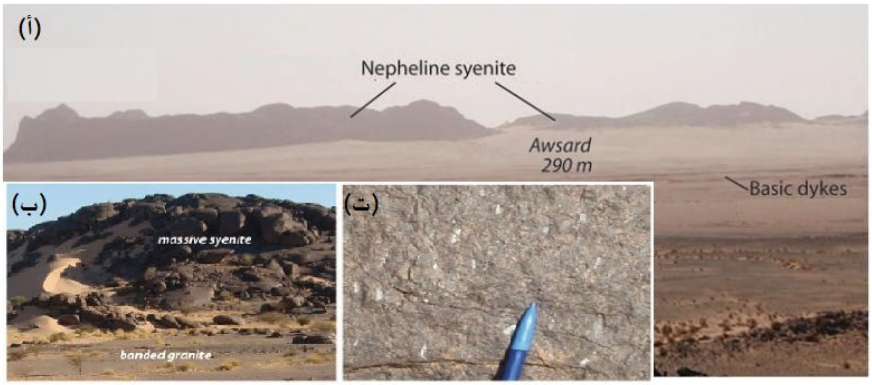


شكل رقم 11: مناطق تواجد النيفلين سيانيت التى تم حساب كمياتها بمنطقة ابوخروق

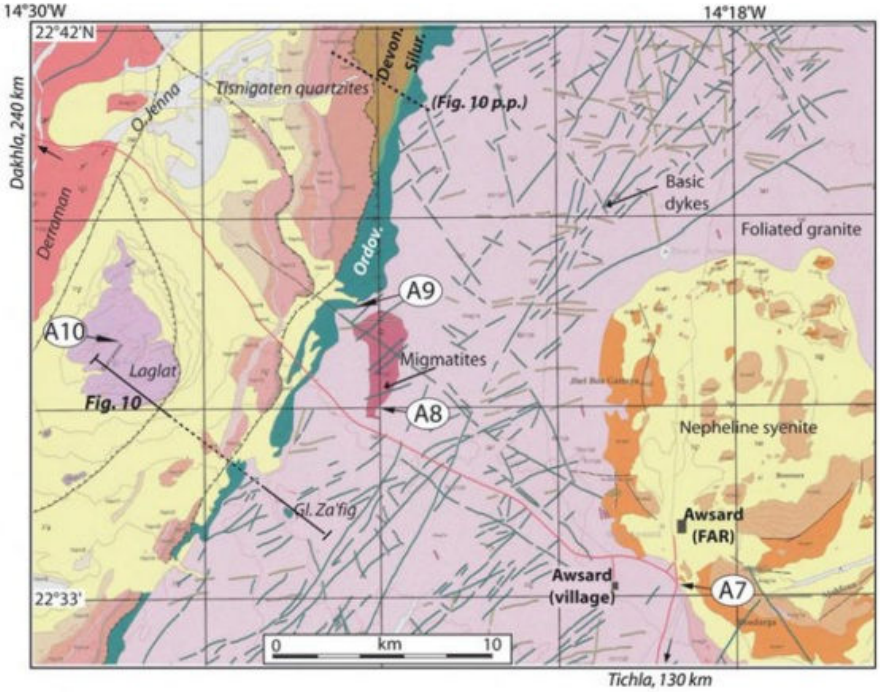
7. المغرب

يقع النيفلين سيانيت فى منطقتين كالأتى:

- منطقة أوسارد Awsard قرب قرية أوسارد التى تبعد عن مدينة تشلا Tichla بحوالى 130 كم وتقع ضمن نطاق الرجيبات Reguibat shield ويتضح بمكشف النيفلين سيانيت وجوده على هيئة تباب دائرية او حلقية تقطع بالعديد من القواطق القاعدية النوع (شكل رقم 12) وجيولوجيا, منطقة أوسارد تتكون من صخور النيفلين سيانيت ، الكالسيليت سيانيت Kalsilite syenites وسيانيت قليل التشبع بالسيلكا (شكل رقم 13).



شكل رقم 12: (أ) بانوراما لصخور النيفلين سيانيت بمنطقة أوسارد.(ب) وجود صخور النيفلين سيانيت على هيئة كتلية. (ت) صخر النيفلين سيانيت.

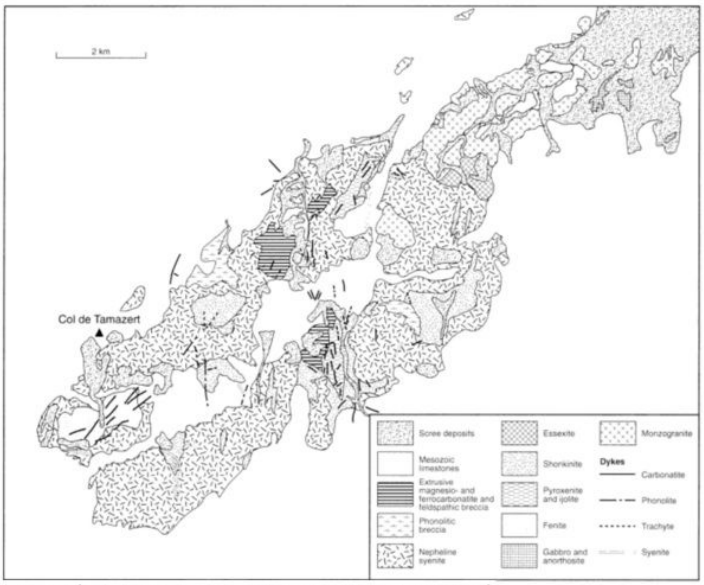


Detail map of the Awsard area (excerpt of the Geological map of Morocco, scale 1:50,000),

شكل رقم 13: خريطة جيولوجية لمنطقة أوسارد الحاوية على صخور النيفلين سيانيت

منطقة تامزيرت Tamazert

تامزيرت عبارة عن تكوين صخرى معقد وطولى Elongated Complex يصل طولة حوالى 18 كم وعرضة أكبر من 6كم وذلك لتكونه على طول مستوى سطح الفالق thrust ،عند الحواف الشمالية للأطلس الكبير. وتقع المنطقة عند تقطع الإحداثيات خط الطول ´34 °32 شمالا وخط العرض ´34 °04 عرضا ويرتفع عن مستوى سطح البحر من 1800-2970م. يتضح ان التكوين الصخرى لمنطقة تامزيرت قاطع لصخور الحجر الجيرى والحجر الجيرى المارلى التابع لعصر الكريتاسى وان المنطقة مرت بأربع مراحل من التكوين ; المرحلة الأولى تشمل على تكوين كتلتين من صخور البيروكسينيت فى منتصف المنطقة ويتبعه تكوين صخر النيفلين سيانيت وهو الأكثر إنتشارا ويحتوى على معادن الأرثوكليز، البلاجيوكلاز الصودى، النيفلين، صوداليت، بيوتيت، هورنبلند، ايجيرين-اوجيت ، ثم تكوين صخور الكربوناتيت مع بعض من صخور trachybasalt والمرحلة النهائية تشمل على العديد من القواطع القاطعة للصخور السالف ذكرها (شكل رقم 14).



Tamazert (after Kchit 1990; Mourtada 1997 and Pers, comm. 1999)

شكل رقم 14: خريطة جيولوجية لمنطقة تامزيرت بالمغرب

8. موريتانيا

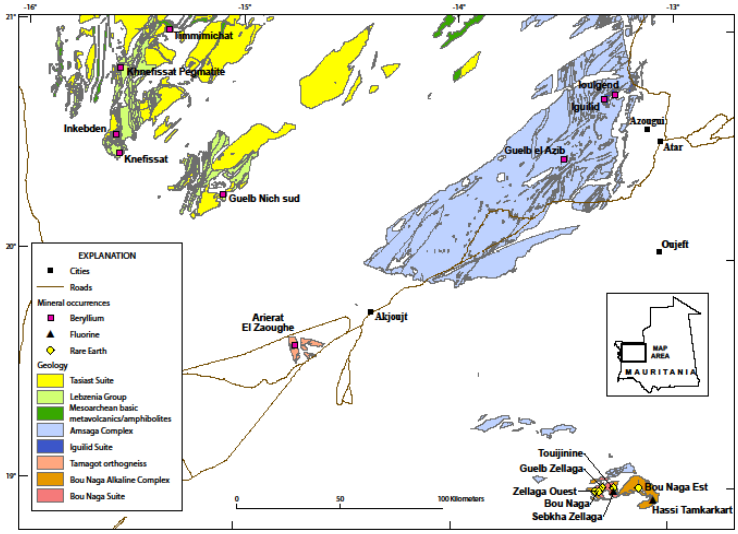
يوجد صخر النيفلين سيانيت بمنطقتين وهما كالأتى:

- منطقة حاسى الفوجرا Hassi el-Fogra فى شمال موريتانيا (شكل رقم 15) ويوجد على شكل جسم دائرى قطره 7 كم ويتميز صخر النيفلين سيانيت باللون الأبيض الى الرمادى.

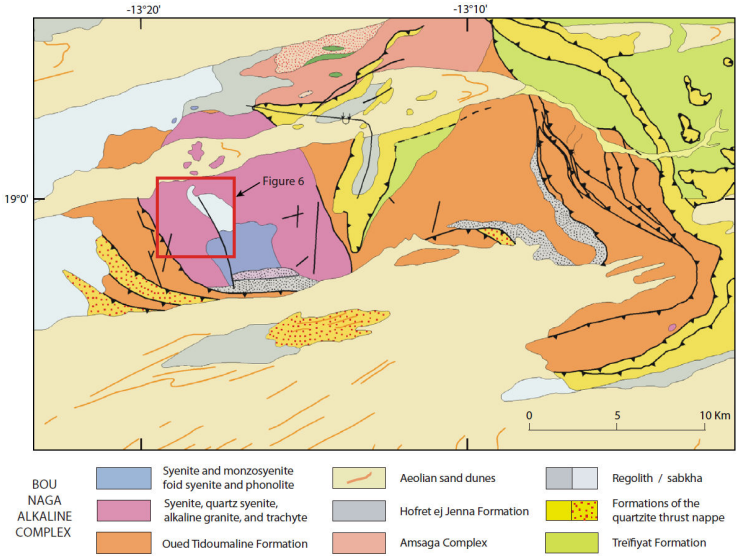
شكل رقم 15: موقع منطقة حاسى الفوجرا Hassi el-Fogra فى شمال موريتانيا

- **منطقة ابو ناقة Bou Naga**

تقع المنطقة بشرق موريتانيا (شكل رقم 16) وتوجد على هيئة مكون النارى الحلقى Alkaline Ring Complex ، على شكل شبة دائرى قطرة 12 كم. ويتكون اساسا من سلسلتين تكوين اولا; سلسلة تشبعية من السيانيت وكوارتز سيانيت والجرانيت الغنى بالفلسبارات القلوية ثم يتتبع ثانيا; سلسلة فوق التشبع تشمل السيانيت والمونزوسيانيت والفونوليت (شكل رقم 17) .



شكل رقم 16: موقع منطقة ابو ناقة (اقصى جنوب شرق الخريطة) شرق موريتانيا.

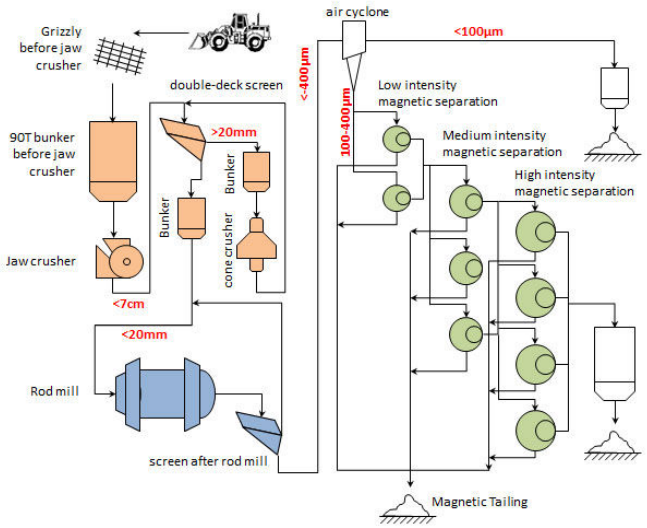


شكل رقم 17: خريطة جيولوجية لمنطقة ابو ناقة (after Gunn and others, 2004.) بموريتانيا.

معالجة صخر النيفلين سيانيت عالميا لإستخدامة فى الصناعة

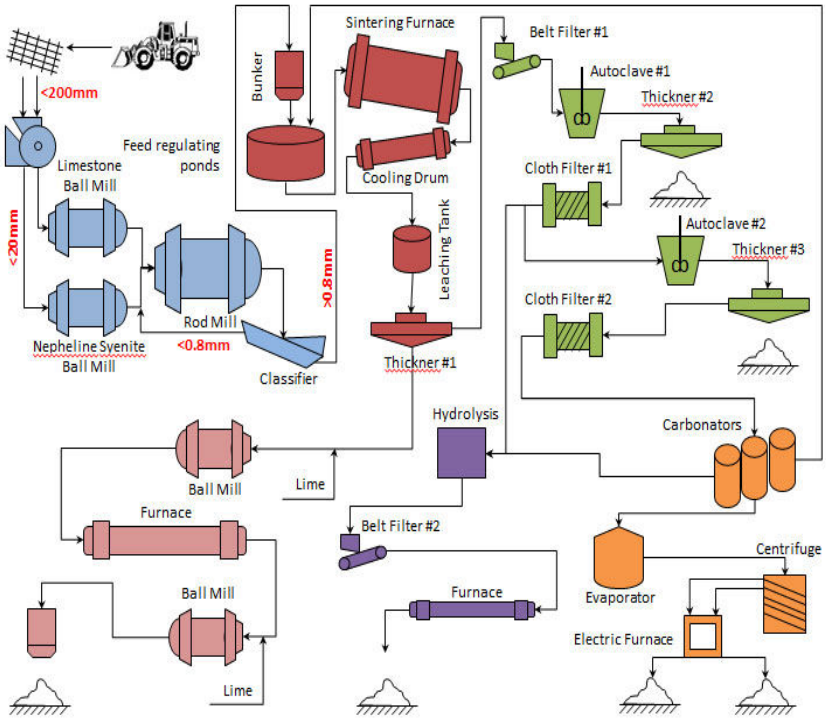
تعدينيا يتم استخراج صخر النيفلين سيانيت عادة بطريقة المنجم المفتوح أو بأسلوب المحاجر، حيث تستخدم المواد المتفجرة لإستخراج الصخور ثم تحميلها على الشاحنات ومن ثم نقلها الى الكسارات. كما يمكن استخدام طريقة المنجم التحت السطحى، مثل مناجم النيفلين سيانيت بالنرويج وروسيا ففي النرويج، تسخدم طريقة Room and pillar حيث اثبتت الدراسات الميكانيكيةللصخور ان افضل مساحة للغرفة 50*20 م وفى النرويج تستخدم طريقة block caving على عمق من 600-700 م.

تنتج كندا والنرويج النيفلين سيانيت لصناعة الزجاج والسيراميك، حيث يقدر 70٪ من الإنتاج في صناعة الزجاج وخاصة الحاويات والألياف الزجاجية، 15٪ في صناعة السيراميك و 15٪ في صناعة الأصباغ والمواد المالئة. لإنتاج الزجاج والسيراميك، يتم كسر النيفلين سيانيت وطحنه بواسطة الكسارات والطواحين ثم يدخل مرحلة الانفصال المغناطيسى لفصل معادن الحديد (ماجنيتيت وهيماتيت) التي تلقي بظلالها على لون مسحوق النهائي والمنتجات المصنعة (الزجاج والسيراميك) لذلك، يتم استخدام الفصل المغناطيسي لإزالة هذه الجزيئات. يوضح الشكل الأتى (شكل رقم 18) مراحل التصنيع للنيفيلين سيانيت.



شكل رقم 18: شكل توضيحى لمراحل إنتاج النيفلين سيانيت

في روسيا، يستخدم النيفلين سيانيت لإنتاج الألمنيوم. حيث نسبة AL_2O_3 أكثر من 20٪، ونسبة K_2O وNa_2O أقل من 10٪ وSiO_2 لا تتجاوز 55٪، و يمكن معالجه النيفلين سيانيت بالتلبيد لإنتاج الألومينا، اسمنت بورتلاند وغيرها من المنتجات الكيميائية، حيث يستخدم طرق التعويم لإزالة مخلفات الأباتيت ثم تتم مرحلة الكلسنة بإضافة الحجر الجيرى، لإنتاج خليط من $CaSiO_3$ و $Na_2O.Al_2O_3$.ويتم الترشيح بإستخدام الصودا الكاوية والمعالجة بواسطة Co_2 لإنتاج الألمنيوم. يوضح الشكل الأتى (شكل رقم 19) مراحل التصنيع للنيفيلين سيانيت لإنتاج الامنيوم بروسيا.



شكل رقم 19: شكل توضيحى لمراحل إنتاج الألومينا من النيفلين سيانيت

كان الروس قادة العالم في إنتاج الألمنيوم من النيفلين سيانيت منذ الحرب العالمية الثانية. بعد روسيا، أصبحت البلدان الأخرى التي لم يكن لديها احتياطيات إقتصادية من البوكسيت كمصدر للالمنيوم مهتمة ايضا في توظيف هذه العملية. ومن بين تلك البلدان، إيران و أوزبكستان .

الدراسات المعملية (النصف الصناعية)على النيفلين سيانيت فى الدول العربية

عربيا، اجريت بعض الدراسات لمعالجة صخر النيفلين سيانيت لإستخدامه فى الصناعة وخاصة المملكة العربية السعودية وجمهورية مصر العربية ويمكن إلقاء الضوء على هذه الدراسات كالأتى:

- السعودية

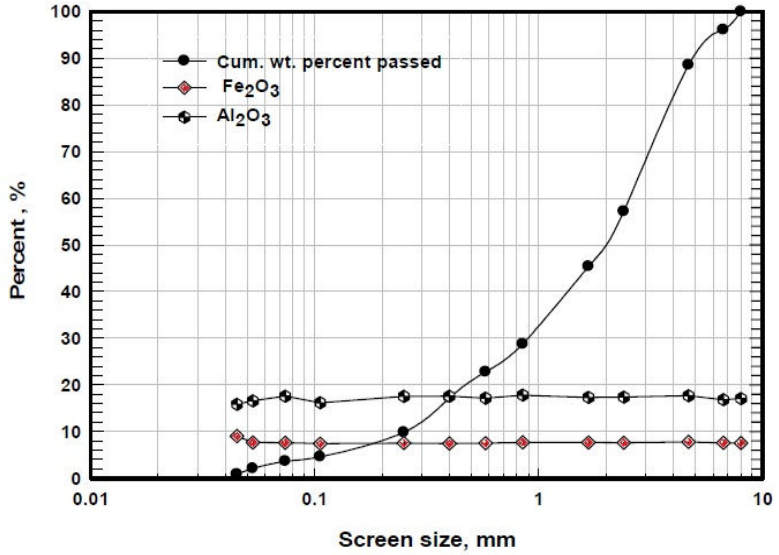
تم إجراء دراسات معملية على صخر النيفلين سيانيت من جبل سودا بالسعودية(حسين 2010) وذلك بتحضير العينة لإجراء عليها التطبيقات المعملية من خلال مراحل التكسير والطحن بإستخدام الأجهزة المعدة لذلك حيت تنوع حجم المسحوق الى 0.25-، 0.125- و- 0.075 لإستخدامهم فى مرحلتى الفصل المغناطيسى والتعويم. أثبتت التحاليل الكيميائية التى أجريت على عينة النيفلين سيانيت لجبل سودا بأنها أقل جوده عن المطلوب فى صناعة الزجاج والسيراميك نظرا لإنخفاض محتوى الألومينا 17.38% وإرتفاع محتوى الحديد 7.6% (الجدول رقم 4)، وعليه لابد من رفع جودة النيفلين سيانيت لإستخدامة فى الصناعة.

جدول رقم 4: نتائج التحليل الكيميائى لصخر النيفلين سيانيت بجبل سودا بالسعودية

Constituent	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O
%	56.82	17.38	7.68	0.97	0.2	9.23
Constituent	K_2O	TiO_2	P_2O_5	S	Cl	L.O.I
%	5.36	0.09	0.01	0.02	0.05	1.55

بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمسحوق النيفلين سيانيت، تبين أن الخصائص الكيميائية للأحجام المختلفة من النيفلين سيانيت لاتختلف كثيرا مما يدل على عدم فصل المكونات المعدنية الفردية نظرا لصلابته وتماسكه (شكل رقم 20)، ما عدا الحديد

الذى يزيد تركيزه كلما كان المسحوق ناعما فإن حجم المسحوق الأقل من 0.045 يحتوى على نسبة حديد أكبر من 10% (جدول رقم 5).



(شكل رقم 20):توزيع الحجم والتحليل الكيميائى لناتج الطحن من النيفلين سيانيت

جدول رقم 5: توزيع الحجم والتحليل الكيميائى لناتج الطحن من النيفلين سيانيت .

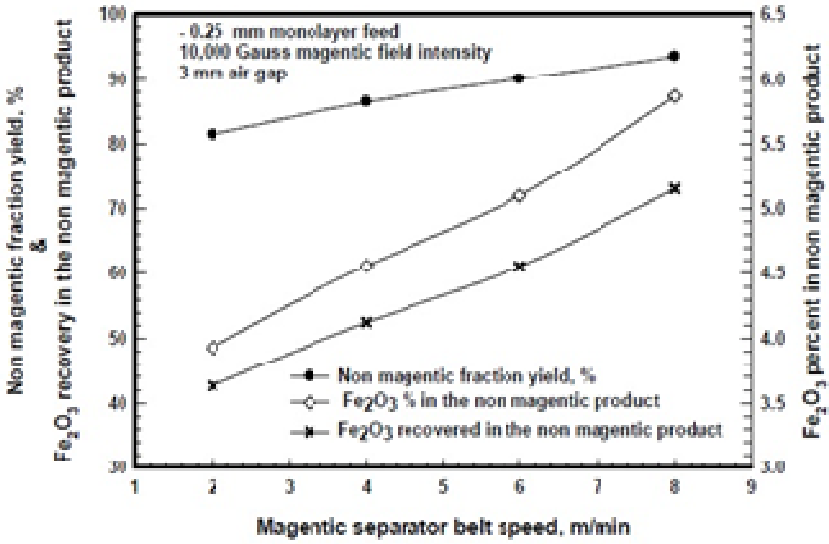
حجم المسحوق	نسبة الوزن المتبقية	نسبة الأوزان الكلية المارة	ناتج التحليل %		التوزيع %	
			Fe_2O_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3
-0.039	12.84	100	6.99	17.59	11.81	13.1
-0.086	44.7	87.16	7.27	17.67	42.74	45.82
-0.019	12.44	42.46	7.29	16.93	11.94	12.22
-0.031	12.51	30.02	8.05	16.84	13.24	12.22
-0.022	7.03	17.51	8.24	16.74	7.63	6.83
-0.008	5.56	10.48	8.42	16.55	6.16	5.34
-0.045	4.92	4.92	10	15.61	6.47	4.45
Head	100		7.6	17.24	99.99	99.98

الدراسات التطبيقية المعملية التى أجريت على النيفلين سيانيت بعد دراسته كيميائيا وفيزيائيا، تمر بعدد من المراحل وهى كالأتى:-

- الفصل المغناطيسى

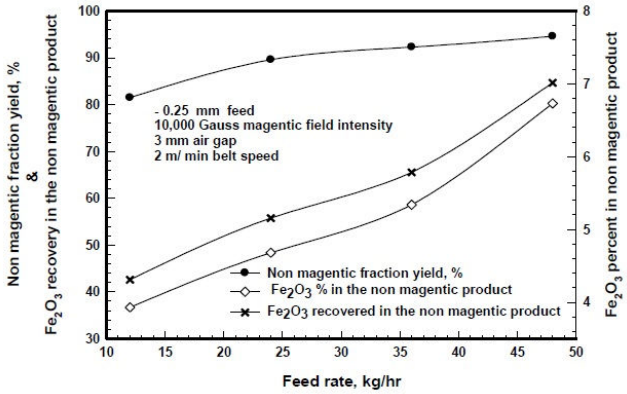
تم إجراء إختبارات الفصل المغناطيسى على حجمين مختلفين للعينات 0.25- و 0.125- بإستخدام جهاز الفصل المغناطيسى The "Dings" cross-belt وأظهرت النتائج كالأتى:

1. عند إستخدام سرعة الجهاز 2م/دقيقة بإضافة النيفلين سيانيت بحجم 0.25- عند مجال مناطيسى T1، تبين أن 42.6% من الحديد التى تم تغطيتها فى الجزء الغير مغناطيسى (concentrate) ورفض 47.4% من محتوى الحديد (شكل رقم 21).



(شكل رقم 21): تأثير سرعة جهاز الفصل المغناطيسى على تركيز النيفلين سيانيت.

2. عند تغيير معدل التغذية للمسحوق فى الجهاز ولكن بنفس ظروف التشغيل السابقة، تبين أن أفضل معدل للتغذية 12 كجم/ساعة لأن التغذية عند 48 كجم/ ساعة يكون تركيز الحديد 6.73% (شكل رقم 22).



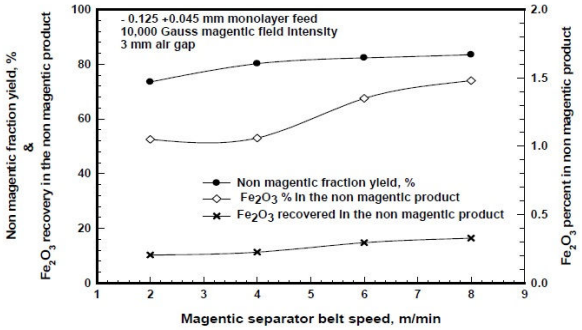
(شكل رقم 22):تأثير معدل التغذية لجهاز الفصل المغناطيسى على تركيز النيفلين سيانيت.

3. فى الجدول التالى (جدول رقم 6) يتضح إنخفاض محتوى الحديد عند التغذية بحجم أقل من 0.25 الى 2.63% من Fe_2O_3 أى إزالة حوالى 70.8% من الشوائب المغناطيسية وعند التغذية بحجم -0.25+0.045 تكون نسبة الحديد 1.96% دون تنظيف الجهاز أى إزالة 73% من الحديد ولكن من الواضح ان دورة التنظيف الخامسة من المنتج الثانى يؤدى إلى تحسن ملحوظ فى جودة المنتج حيث كانت نسبة الحديد 1.33% مما يعنى إزالة 81% ونستنتج من ذلك ان الحجم الناعم هو الأفضل فى عملية الفصل المغناطيسى.

جدول رقم 6: الفصل المغناطيسى لمسحوق النيفلين سيانيت بحجم -0.25+0.045

حجم المسحوق	المنتج	وزن المنتج %	فحص Fe_2O_3 %	توزيع Fe_2O_3 %
-0.25	غير مغناطيسى	83.67	2.63	29.22
	مغناطيسى	16.33	32.64	70.78
	الإجمالى	**100**	**7.53**	**100**
-0.25+0.045	غير مغناطيسى	79.83	1.96	20.78
	مغناطيسى	15.25	36.06	73.03
	الإجمالى	**95.1**	**7.43**	**93.81**
مع دورة -0.25+0.045 تنظيف خمس مرات	غير مغناطيسى	74.76	1.33	13.2
	مغناطيسى	20.34	29.85	80.63
	الإجمالى	**95.1**	**7.43**	**93.83**

4. عند إجراء عملية الفصل المغناطيسى بحجم مسحوق أقل من 0.125 وشدة المجال المناطيسى T1، تبن أن سرعة 4م/دقيقة هو الأفضل حيث تصل نسبة الحديد الى 1% وبإزالة تقدر بـ 73% من الحديد كما هو بالشكل (شكل رقم 23).



(شكل رقم 23): تأثير سرعة جهاز الفصل المغناطيسى على تركيز النيفلين سيانيت بإستخدام حجم - 0.125+0.045

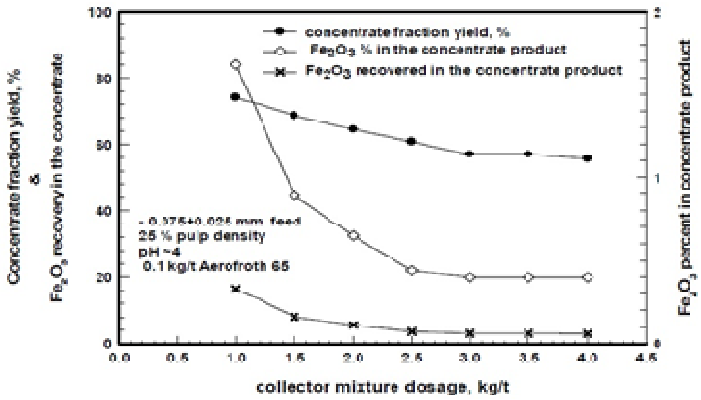
5. عند إستخدام حجم المسحوق -0.125+0.045 وسرعة الجهاز 4مم/دقيقة واقصى قدرة للقوة المغناطيسية T1.3 مع ثلاث دورات تنظيف متكررة أدى الى إنخفاض ملموس فى محتوى الحديد الى 0.85 % كما فى (الجدول رقم 7).

جدول رقم 7: الفصل المغناطيسى لمسحوق النيفلين سيانيت بحجم -0.125+0.04 مع ثلاث دورات تنظيف.

حجم المسحوق	المنتج	وزن المنتج %	فحص Fe_2O_3 %	توزيع Fe_2O_3 %
<0.125+0.045	غير مغناطيسى	70.63	0.85	7.97
	مغناطيسى	18.9	30.6	76.8
	الإجمالى	**89.53**	**7.13**	**84.77**

- التعويم

تم إستخدام جهاز التعويم "Denver D- 12" بسرعة 2500 rpm كل 10 دقائق على ان يكون حجم الحبيبات -0.075+0.025 وكذلك إستخدام مادة سيانامايد كمادة تجميع، تبين أن أفضل كمية مضافةمن مادة سيانامايد 2.5 كجم/طن ليكون تركيز المنتج أكثر جودة من حيث نسبة الحديد كما هو موضح بالشكل (شكل رقم 24).



(شكل رقم 24): تأثير إستخدام مادة سيانامید على تركيز النيفلين سيانيت فى مرحلة التعويم.

- الفصل المغناطيسى والتعويم معا لبعض العينات

تم إستخدام النيفلين سيانيت (0.125+0.045-) الناتج من عملية الفصل المغناطيسى وطحنه الى حجم أقل(0.0075-) وإجراء عليه عملية التعويم بإستخدام خليط مادة سيانامید (بنسبة 2 كجم/مجم سيانامید) وأظهرت النتيجة ان نسبة الحديد وصلت الى 0.09% (جدول رقم 8). وبإجراء التحليل الكيميائى للعينة السابقة تبين انخفاض نسب الحديد 0.09 % وارتفاع نسبة الألومينا حسب الجدول (جدول رقم 9).

جدول رقم 8: نتائج الفصل المغناطيسى والتعويم لمسحوق النيفلين سيانيت بحجم 0.0075-

حجم المسحوق	المنتج	وزن المنتج %	فحص Fe_2O_3 %	توزيع Fe_2O_3 %
-0.0075 at 2 kg/Mg Cyanamid mixture	غير مغناطيسى	55.43	0.09	0.66
	مغناطيسى	15.1	3.62	7.31
	الإجمالى	**70.53**	**0.85**	**7.97**

جدول رقم 9: نتائج التحليل الكيميائى لمسحوق النيفلين سيانيت بحجم 0.0075-

Constituent	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O
%	59.43	23.58	0.09	10.16	6.31

مصر

تم إجراء دراسة معملية على صخر النيفلين سيانيت من منطقة أبوخروق (عبد الظاهر وعبد التواب 2014)، حيث تم جمع عينة صخرية تزن حوالى 3 طن وذلك من خلال نفق معد سابقا داخل الجبل لتكون عينة جيدة غير متأثرة بالعوامل الجوية وتم تقسيم العينة الى نصفين ومن ثم تم إجراء التجارب على أحد نصفيها بعد طحنه ونتائج الدراسات المعملية او المختبرية كالأتى:-

✓ <u>الدراسات الفيزيائية</u>

تم دراسة صخر النيفلين سيانيت فيزيائيا، وأظهرت النتائج أن قوة الضغط 875 كجم/سم2 ،الكثافة الحقيقية 3.05 جم/سم3، الكثافة الظاهرية 2.49 جرام/سم3 والمسامية 20 % وتشير هذه النتائج ان الصخر صلب ومتماسك مما ينعكس على درجة وكفائة طحن الصخر وبناءا على دليل عمل بوند the bond work index الذي يشير الى أن معدل الطحن للصخر الجاف 26.2 كيلووات/طن وطحن الصخر المبلل 18.5 كيلووات/طن.

✓ <u>الدراسات المعدنية</u>

ميكرسكوبيا، تبين ان صخر النيفلين سيانيت يتكون أساسا من الأرثوكليز،البيرثيت، الألبيت،إيجيرين-أوجيت، إيجيريت، النيفلين والزيوليت والمعادن الثانوية تتكون من الأمفيبول القلوى، أكاسيد الحديد، الأباتيت وسفين.

✓ <u>الدراسات الكيميائية</u>

تم دراسة صخر النيفلين سيانيت كيميائيا بإستخدام XRF وهى كالأتى:-

Component	Percent	Component	Percent	Component	Percent	Component	Percent
SiO_2	60.23	MgO	0.52	Fe_2O_3 (total)	6.49	K_2O	6.01
TiO_2	0.33	CaO	1.04	FeO	0.66	P_2O_5	0.29
Al_2O_3	17.8	Na_2O	8.52	MnO	0.16	LOI	1.22

بعد إجراء الدراسات المعملية تم إجراء دراسات تطبيقية على إستخلاص Beneficiation ومعالجة صخر النيفلين سيانيت وذلك من خلال العمليات الأتية:-

الفصل المغناطيسى Magnetic Separation

تم إجراء عملية الفصل المغناطيسى بإستخدام جهاز الفصل المغناطيسى Carpco induced roll، وبدراسة تأثير معدل التغذية للصخر(حجم الحبيبات المضافة اقل من 0.25 مم) بالجهاز لإجراء عملية الفصل المغناطيسى، يلاحظ أن كلما يزيد معدل التغذية تزداد نسبة Fe_2O_3 فى الجزء الغير مغناطيسى وتقل إزالة أكاسيد الحديد فى الجزء المغناطيسى Magnetic Fraction (جدول رقم 10):-

جدول رقم 10: يوضح معدل تغذية للصخر المستخدم فى جهاز الفصل المغناطيسى Carpco induced roll

معدل التغذية كجم/ساعة	المنتج	وزن المنتج %	فحص Fe_2O_3 %	توزيع Fe_2O_3 %
12	مغناطيسى	26.1	21.5	87.3
	غير مغناطيسى	73.9	1.1	12.7
	الإجمالى	**100**	**6.4**	**100**
24	مغناطيسى	24.7	20.5	81.7
	غير مغناطيسى	75.3	1.5	18.3
	الإجمالى	**100**	**6.2**	**100**
36	مغناطيسى	24.1	19.6	75.7
	غير مغناطيسى	75.9	2	24.3
	الإجمالى	**100**	**6.24**	**100**
48	مغناطيسى	27.3	16.5	70.4
	غير مغناطيسى	72.7	2.6	29.6
	الإجمالى	**100**	**6.4**	**100**

وبدراسة أداء جهاز الفصل المغناطيسى اعتماد على حجم الحبيبات المستخدمة فى عملية الفصل، فتشير النتائج الى أنه كلما أصبح حجم الحبيبات ناعمة كلما قلت نسبة وجود معادن الحديد كما هو موضح بالجدول الأتى (جدول رقم 10):-

جدول رقم 10: يوضح تأثير حجم صخر النيفلين سيانيت المضاف الى جهاز الفصل المغناطيسى Carpco induced roll

حجم	المنتج	وزن المنتج %	فحص Fe_2O_3 %	توزيع Fe_2O_3 %

الحبيبات				
−0.25 mm	مغناطيسى	25.1	21.2	82.5
	غير مغناطيسى	74.9	1.5	17.5
	الإجمالى	**100**	**6.45**	**100**
−0.16 mm	مغناطيسى	25.8	22.5	89.7
	غير مغناطيسى	74.2	0.91	10.3
	الإجمالى	**100**	**6.48**	**100**
−0.125 mm	مغناطيسى	23.7	25.1	93.7
	غير مغناطيسى	76.3	0.52	6.3
	الإجمالى	**100**	**6.36**	**100**

- التعويم Flotation

أُستخدم تقنية التعويم الأيونية العكسية Reverse anionic flotation technique لتعويم معادن الحديد بصخر النيفلين سيانيت، تبين التجربة أن الأس الهيدروجينى الأمثل هو PH 4، حيث تم إزالة 62 % من نسبة الحديد فى الصخر على أن يصبح نسبة الحديد المتبقية 2.8% كما هو موضح بالجدول الأتى (جدول رقم 11) :-

جدول رقم 11: تأثير قيمة الرقم الهيدروجيني على سلوك تعويم صخر النيفلين سيانيت (حجم الحبيبات هو - 0.125 ميكرون)

PH	المنتج	وزن المنتج %	فحص Fe_2O_3 %	توزيع Fe_2O_3 %
3	Froth	12.5	28.5	55.7
	Bulk	87.5	3.25	44.3
	Total	**100**	**6.4**	**100**
4	Froth	15	26.1	62.2
	Bulk	85	2.8	37.8
	Total	**100**	**6.3**	**100**
5	Froth	22	16.7	60.6
	Bulk	78	3.1	39.4

	Total	**100**	**6.12**	**100**
6	Froth	31.2	13.1	62.9
	Bulk	68.8	3.5	37.1
	Total	**100**	**6.49**	**100**

تم دراسة تأثير مادة سيانامید (825 + 801) Cyanamid Aeropromotor كمادة مجمعة فى عملية التعويم لصخر النيفلين سيانيت علما بأن حجم الحبيبات 0.125 -ميكرون، أظهرت النتائج أن أقل محتوى للحديد يصل الى 0.7% وذلك بإستخدام 3 كجم/طن من مادة السيانامید كما هو موضح بالجدول الأتى (جدول رقم 12):-

جدول رقم 12: تأثير جرعة مادة التجميع (سيانامید) على الاستجابة لتعويم صخر النيفلين سيانيت بأبو خروق .

جرعة (Cyanamid)	المنتج	وزن المنتج %	فحص Fe_2O_3 %	توزيع Fe_2O_3 %
0.5	Froth	22.3	18.2	64.3
	Bulk	77.7	2.9	35.7
	Total	**100**	**6.34**	**100**
1	Froth	25.1	20.3	80
	Bulk	74.9	1.7	20
	Total	**100**	**6.37**	**100**
2	Froth	27.4	20.8	87.7
	Bulk	72.6	1.1	12.3
	Total	**100**	**6.5**	**100**
3	Froth	31.5	19.1	92.6
	Bulk	68.5	0.7	7.4
	Total	**100**	**6.5**	**100**

- الفصل المغناطيسى متبوعا بالتعويم

فى هذه المرحلة يستخدم المنتج الغير مغناطيسى الناتج من عملية الفصل المغناطيسى بإضافته الى خلية التعويم، حيث تصل نسبة Fe_2O_3 الى 0.52% ونسبة Al_2O_3 تقدر بـ 21.2% والمحتوى الإجمالى للالومينا 88.4% من صخر النيفلين سيانيت وتتم هذه العملية عبر المراحل الأتية:

- طحن المنتج الغير مغناطيسى الى 0.074 مم وإضافته الى خلية التعويم بنسبة 20% عند الأس الهيدروجينى PH 4.
- إضافة مادة سيانامید (mixture of 801 and 825 at a ratio of 1 : 1) بكمية 0.6 كجم/طن كمادة تجميع و 0.5 كجم/طن من سليكات الصوديوم للتشتيت لمدة خمس دقائق.
- وأخير إضافة مادة Aerofroth 65 لأكثر من دقيقة بكمية 0.1 كجم/طن.

وعليه، يكون تركيز المنتج النهائى لصخر النيفلين سيايت لـ Fe_2O_3 0.2% و Al_2O_3 23.9% كما هو موضح بالجدول (جدول رقم 13)، وبذلك فإن المنتج مناسب لإنتاج الزجاج والأدوات الصحية والبورسلين وصناعات أخرى وكمصدر للالومينا.

جدول رقم 13: يوضح مرحلة الفصل المغناطيسى متبوعا بالتعويم لصخر النيفلين سيانيت

المرحلة	المنتج	وزن المنتج %	نسبة الفحص		نسبة التوزيع	
			Fe_2O_3, %	Al_2O_3, %	Fe_2O_3, %	Al_2O_3, %
الفصل المغناطيسى (−0.125 mm)	مغناطيسى	23.7	25.1	8.1	93.7	11.64
	غير مغناطيسى	76.3	0.52	21.1	6.3	88.36
	Total	**100**	**6.49**	**18.1**	**100**	**100**
التعويم (−0.074 mm)	Froth	20.5 (15.6)*	1.8	10.2	69.9 (4.33)*	9.9 (8.2)*
	Bulk	79.5 (60.7)*	0.2	23.9	30.1 (1.86)*	90.2 (80.2)*
	Total	**100 (76.3)***	**0.53**	**21.1**	**100 (6.3)***	**100 (88.4)***

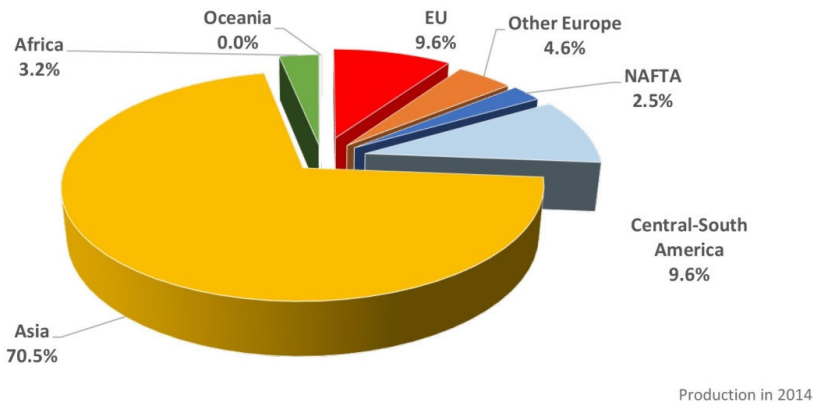
* القيمة تستند الى العينة الرئيسية لصخر النيفلين سيانيت

الرؤية المستقبلية لإستغلال النيفلين سيانيت

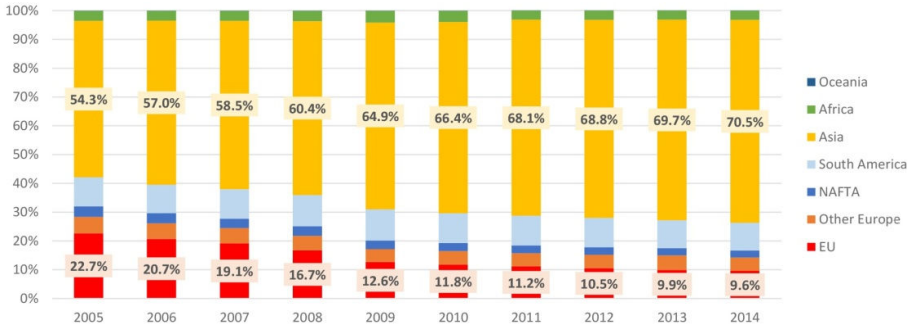
من المتوقع أن يكون عاملا رئيسيا في دفع سوق النيفلين سيانيت عالميا هو توقعات زيادة الطلب على السيراميك والزجاج وكذلك الصناعات المرتبطة بالإستخدام النهائى للنيفيلين سيانيت مثل الحراريات، الأصباغ،الدهانات والحشو.....الخ. حيث يتميز النيفلين سيانيت المضاف لصناعة السيراميك والزجاج بأنه يقلل من درجة حرارة انصهار خليط السيراميك وزيادة المقاومة للخدش والكسر فى صناعة الزجاج وتكون لهذه الخصائص تأثير إيجابى على سوق النيفلين سيانيت نظرا لتوقع ارتفاع تكاليف الوقود والنقل فى الفترة المقبلة.

مع توقع استمرار تحسن الأوضاع الاقتصادية، يتوقع ارتفاع المبانى التجارية والسكنية، مما يخلق زيادة الطلب على السيراميك والزجاج والبلاستيك، وكذلك الألياف الزجاجية المستخدمة فى المبانى، ومن المتوقع أن تستمر هذه الزيادة خلال السنوات القليلة المقبلة بنحو 2٪ سنويا، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك النيفلين سيانيت (ميرفي وستودارد، 2013) لصناعة الزجاج المسطح، بالإضافة إلى زيادة الطلب على الصناعات الغذائية والسلع الإستهلاكية يؤدى الى زيادة الطلب على الحاويات الزجاجية التى تصنع من النيفلين سيانيت.

تشير الإحصائيات العالمية لإنتاج السيراميك ارتفاعا سنويا بمعدل نمو أكثر من 8٪ وذلك بزيادة معدلات النمو في صناعة البناء والتشييد، الذى بدوره يزيد من إستهلاك السيراميك والصناعات المرتبطة به من بورسلين وأدوات صحية في جميع أنحاء العالم وتتصدر دول أسيا إنتاج السيراميك فى عام 2014 بنسبة 70.5 % و يليها دول الإتحاد الأوربى بنسبة 9.6% (شكل رقم 25 & 26)، ويتوقع ان تحقق استثمارات صناعة الألياف الزجاجية حوالى 14.07 بليون دولار بمعدل نمو 8% من 2014-2020 .وهناك اتجاه في السنوات الأخيرة من الأفكار والمنتجات المبتكرة في السيراميك تعتمد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية الذى يتميز بها النيفلين سيانيت وهناك نسبة متزايدة من إنتاج البورسلين (وخصوصا في الصين والهند) التي توفر فى صناعتها خصائص كيميائية تساعد على تعزيز استخدامها في صناعة السيراميك.



(شكل رقم 25):الإنتاج العالمى للسيراميك فى عام 2014.



(شكل رقم 26):الإنتاج العالمى للسيراميك من عام 2005- 2014.

تعد أوروبا سوقا إقليميا رئيسيا مع ارتفاع الاستهلاك في دول مثل ايطاليا، اسبانيا، المانيا و فرنسا وتعتبر دول المملكة المتحدة وفرنسا والبرتغال والسويد وفنلندا موارد رئيسية لأسواق النيفلين سيانيت في المنطقة ومن المتوقع زيادة الطلب فى السوق الأوربية على السيراميك. فى آسيا ودول المحيط الهادئ، يتوقع تسجيل معدلات نمو كبيرة بسبب زيادة الطلب على السيراميك والزجاج في البناء، وأجهزة الاستشعار الالكترونية والسيارات والأجهزة الطبية ومن المتوقع أن يمثل الحد الأقصى لطلب النيفلين سيانيت في المنطقة ذات الاقتصاديات الناشئة مثل الصين والهند. و نظرا لتوافر كمية كبيرة من احتياطيات النيفلين سيانيت في الهند والصين وتسمانيا تكون مصدرا لشراء

المادة الخام من دول المنطقة وزيادة إنتاج السيراميك في الصين مصدرا ايجابيا لسوق آسيا والمحيط الهادئ من حيث الإنتاج.

الرؤية المستقبلية للمؤسسات البحثية فى الدول العربية فى كيفية خفض تكلفة بعض المنتجات الصناعية وتوفير الطاقة، وحماية البيئة مثل ما قامت به أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا فى مصر التى نجحت فى استخلاص وتجهيز خام النيفلين سيانيت التي تدخل في صناعات الزجاج العادي والسيراميك والصيني والبورسلين والألياف، والذى يحتوى على نسبة عالية من أكاسيد الصوديوم والبوتاسيوم التى تميزه بالعديد من الخصائص اهمها ما يلى:-

- يمكن إحلال النيفلين سيانيت محل كربونات الصوديوم والبوتاسيوم التى تعد من أغلى مكونات الزجاج.
- مخفض لدرجة حرارة الانصهار، وعليه يمكن توفير الطاقة المستهلكة في صناعة الزجاج والمنتجات الأخرى التي تدخل فيها خام النيفلين سيانيت.
- تقلل او تمنع عملية التطاير التي تحدث عند استخدام كربونات هذه العناصر في مخلوط الزجاج، والتي تتسبب في التفاعل مع البطانة الحرارية للأفران.
- يوقف التفاعل مع البطانة الحرارية الأفران، وهو الأمر الذي يزيد من عمر هذه الأفران لتقليل معدلات تآكل البطانة.
- يقلل من تلوث البيئة نتيجة لتقليل نسبة الكربونات في خلطة الزجاج،
- قلة استخدام الألومنيا المحمصة والمتبلورة نظرا لإحتواء النيفلين على الالومنيا.

نظرا للخصائص السابقة التى تميز خام النيفلين سيانيت لإستخدامه فى الصناعة فإنه يقلل من اقتصاديات التشغيل، ويخفض من تكلفة المنتجات والتكلفة النهائية وبالتالى يزيد من عائدات الإستثمار.

إحتواء النيفلين سيانيت على نسبة من أكاسيد الحديد ونسبة عالية من الألومنيا، يمكنه إحلال محل الفلسبار كمصدر للألومنيا في صناعة الزجاج، حيث أن التجارب النصف الصناعية استخدمت ذلك وأنتجت ألواح الزجاج الملون والزجاج عديم اللون، وكذلك في صناعة العبوات الزجاجية، وصناعة الألياف الزجاجية المحتوية على المكونات القاعدية، وفي صناعة زجاج المائدة، علما بأن هذه الاستخدامات تمثل 70 في المائة من المنتجات الزجاجية، و أثبتت الاختبارات أن

درجة الصلادة للزجاج السيراميكي خصوصاً المحتوى على النيفلين في التركيب الداخلي تزداد زيادة ملحوظة وتصل إلى 862 كيلوغراماً لكل ملليمتر، وهذا المقياس يتفوق كثيراً على أعلى مقاييس الزجاج الأصلي، وبذلك يمكن إستخدام الزجاج السيراميكي في واجهات المباني بدلا من الرخام الغالي الثمن، وكذلك في الأغراض الزخرفية.

للاستفادة من خفض درجة الحرارة وتحسين الصفات الميكانيكية لإستخدام النيفلين سيانيت في صناعة منتجات الصيني، فأجريت التجارب عليه ، إلا أن زيادة نسبة الأكاسيد الملونة في الخامة أثر على درجة بياض منتجات الصيني، ولكن اثبتت التجارب نجاح استخدامه في صناعة البورسلين المستخدم في بلاطات الأرضيات بديلا عن الفلسبار الغالي الثمن وكذلك في صناعة الأدوات الصحية لما له من مميزات أفضل من الخامات المستخدمة حالياً بالحصول على بلاطات ذات مكانة عالية تستخدم في الأرضيات ذات الاستعمال الشاق نظراً لاحتواء النفلين سيانيت على نسبة من الحديد، وعليه يمكن الاعتماد على النيفلين سيانيت في إنشاء صناعات ناجحة، ومنتجات تتمتع بقوة تنافسية من حيث الجودة وقلة كلفة المنتج، خصوصاً منتجات الزجاج باختلاف أنواعها والسيراميك والبورسلين ومنتجات الصيني.

الخاتمة والتوصيات

صخر النيفلين سيانيت يدخل في العديد من الصناعات مثل الزجاج، السيراميك، الصيني، البورسلين ،الألياف الزجاجية، الدهانات، الطلاء، مواد مالئة (حشو) وحبيبات الأسطح كما يمكن استخدامه لإستخلاص الالمونيا. حيث يوجد توجه عالمى لإستخدام النيفلين سيانيت وذلك لتميزه ببعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية التى تقلل من تكلفة الصناعة وايضا توفر الطاقة القائمة على الصناعات المرتبطة به. وتتصدر كل من روسيا وكندا والنرويج قائمة الدول المنتجة للنيفيلين سيانيت كما ينتشر فى الدول العربية مثل الجزائر،السودان،السعودية،سوريا، ليبيا،مصر، المغرب وموريتانيا ولكن لم يستغل لحد الأن علما بأن أجريت التجارب النصف الصناعية على النيفيلن سيانيت وخاصة فى السعودية ومصر وأظهرت النتائج إيجابية استخدام النيفلين سيانيت فى الصناعة بدلا من الفلسبار.

وعليه، اوصى الدول العربية ان تكثف نشاطها البحثى على صخور النيفلين سيانيت بإجراء دراسات جيولوجية تفصيلية لتقدير احتياطيتها ودراستها دراسة كاملة تؤهلها للإستغلال واستخدامة فى الصناعة مرورا بالدراسات المعملية والدراسات النصف الصناعية كنموذج أولى للصناعة وذلك لما يميز النيفلين سيانيت من خصائص تقلل من كلفة الإنتاج وتوفير الطاقة المستخدمة فى الصناعة.

المراجع:

1. Abdel-Zaher M. Abouzeid and Abdel-Tawab A. Negm,2014: Characterization and Beneficiation of an Egyptian Nepheline Syenite Ore Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Mineralogy, Volume 2014, Article ID 128246, 9 pages.
2. Alan R. Woolley,2001; Alkaline Rocks and Carbonatites of the World: Africa, published by The Geological Society, London.
3. Arnold O. Tanner,2015: Feldspar and Nepheline Syenite. 2013 Minerals Yearbook. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, USGS.
4. Cliff D. Taylor and Stuart A. Giles,2013; Mineral Potential for Incompatible Element Deposits Hosted in Pegmatites, Alkaline Rocks, and Carbonatites in the Islamic Republic of Mauritania: U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, USGS.
5. El-Shemy.k, 2009; Investigation of Nepheline Syenite Rock of Abu Khrug Ring Complex As a source of Feldspar minerals, internal report , The Egyptian Mineral Resources Authority, Egypt.
6. Ezzoura Errami, Margaret Brocx, Vic Semeniuk, 2009; From Geoheritage to Geoparks, case studies from A frica and Beyond. Page 97-99.
7. Hussin A. M. Ahmed, 2011:Dry versus wet upgrading of nepheline syenite ores, PhysicochemB0. Probl. Miner. Process. 46(2011) 107-118.
8. Jessica, et. Al: Industrial minerals and rocks, Commodities, Markets, and Uses chapter;Nepheline Syenite by Virginia T. McLemore; pages 653-670.

المواقع الألكترونية

1. http://www.geology-sy.org/ المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية بسوريا
2. http://www.tishreen.edu.sy/ar/content/
3. http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/nepheline-syenite-market
4. http://makcan.ca/projects/mining-projects/nepheline-syenite-to-alumina-in-canada/
5. http://www.galleries.com/Nepheline