

تكنولوجيا الفقاعات النانوية: حل تكنولوجي لصحة السكان وإدارة التهديدات البيولوجية والأمن المائي في إيران

تقع إيران في إحدى المناطق الجيوسياسية الحساسة والجافة في العالم، حيث شكّلت الأزمات المرتبطة بالمياه، بما في ذلك انخفاض هطول الأمطار، وهبوط الأراضي، وانخفاض منسوب المياه الجوفية، وتلوث مصادر المياه السطحية والجوفية، تهديداً خطيراً للأمن البيولوجي والاقتصادي للبلاد. وفي هذا السياق، يمكن أن يشكل استخدام التقنيات الحديثة والمحلية، ومنها تكنولوجيا الفقاعات النانوية، استجابة علمية وفعالة لهذه التحديات. وتتناول هذه المذكرة التحليلية دور الفقاعات النانوية في الصحة العامة، والحفاظ على البيئة، ورفع كفاءة استهلاك المياه، والمتطلبات التنفيذية والقانونية لتطوير هذه التكنولوجيا في إيران.

إيران من الدول التي تمتلك تكنولوجيا الفقاعات النانوية

تُعد إيران حالياً، إلى جانب اليابان والولايات المتحدة، واحدة من الدول القليلة التي تمتلك تكنولوجيا الفقاعات النانوية الصناعية. ويمكن لهذه القدرة التكنولوجية، التي جاءت نتيجة جهود الشركات المعرفية المحلية، أن تتحول، من خلال التطوير الهادف والمخطط له، إلى ميزة تنافسية عالمية في مجالات المياه والصحة والزراعة والبيئة.

ماهية الفقاعات النانوية وخصائصها الفريدة

الفقاعات النانوية هي فقاعات يقل قطرها عن ٢٠٠ نانومتر، وعلى خلاف الفقاعات العادية، تبقى مستقرة في السائل ولا تصعد إلى سطحه. وتؤدي هذه الخاصية إلى ظهور خصائص فريدة، منها:

- زيادة كبيرة في الأكسجين المذاب
- توليد جذور حرة ذات خصائص مطهرة
- أكسدة الملوثات العضوية والمعادن الثقيلة
- خفض التوتر السطحي وتحسين نفاذية المياه في التربة
- استقرار مرتفع في البيئة المائية وإمكانية العمل لفترات طويلة

تطبيقات تكنولوجيا الفقاعات النانوية في إيران والعالم

الصحة العامة والصناعات الدوائية

- تطهير مياه الشرب من خلال خفض استخدام الكلور بنسبة تصل إلى ٦٠٪ وإزالة الروائح واللون والعوامل الميكروبية مثل الإشريكية القولونية والسالمونيلا وفيروس التهاب الكبد A، مما يعزز الصحة العامة بشكل كبير.
- تحسين جودة الأدوية العشبية والمستحضرات الصيدلانية المشعة من خلال زيادة نفاذية المواد الدوائية واستقرار المركبات الفعالة، بما يؤدي إلى زيادة الفعالية العلاجية وتحسين التحصين.
- تحسين المناعة في الجسم من خلال تعزيز امتصاص المواد الدوائية الفعالة واستقرارها.

- استخدام الفقاعات النانوية كحاملات للأدوية وعوامل تباين في التصوير الطبي وعلاج السرطان.

معالجة مياه الصرف والبيئة

- خفض الحمل الميكروبي بأكثر من ٩٠٪ وتحسين أنظمة التهوية، مما يؤدي إلى خفض استهلاك الطاقة والتكاليف.
- أكسدة الملوثات العضوية وغير العضوية وتحسين جودة مياه الصرف لإعادة استخدامها والحد من التلوث البيئي.
- ومن الأمثلة الصناعية: في مصنع للألبان، انخفضت مؤشرات BOD و COD والمواد الصلبة العالقة بنسبة ١٠,٦٪ و ٥,٧٧٪ و ١٦,٥٪ على التوالي، بينما ارتفع الأكسجين المذاب بنسبة ١٣٤٪.
- أدى مشروع لمعالجة مياه الصرف دون استخدام مواد كيميائية في صناعة الأغذية والمشروبات إلى تحسين جودة مياه الصرف والامتثال للمعايير البيئية.
- تنظيف المياه السطحية والبحيرات والأنهار من خلال السيطرة على الطحالب الضارة والحفاظ على النظم البيئية دون الحاجة إلى مواد كيميائية ضارة.

الزراعة والبستنة والأمن الغذائي

- توفير ما يصل إلى ٣٠٪ من استهلاك المياه وخفض استهلاك الأسمدة والمبيدات بنسبة تصل إلى ٣٠٪، مما يساعد على الحفاظ على الموارد المائية وصحة التربة.
- زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية، مثل زيادة إنتاج الطماطم بنسبة ١٨٪ والأرز بنسبة ٨٪، وتحسين حجم وجودة الحبوب.
- مكافحة الأمراض التي تنتقل عن طريق التربة واستخدام المياه شبه المالحة دون تلوث، مما يسهم في تحسين الأمن الغذائي.
- تعزيز مناعة النباتات ضد الأمراض من خلال تحسين ظروف الأكسجة في التربة.

تربية المواشي والدواجن والاستزراع المائي

- تطهير المياه المستخدمة للشرب لدى المواشي والدواجن وتقليل استخدام المضادات الحيوية، مما يحسن صحة الحيوانات وجودة المنتجات الحيوانية.
- زيادة الأكسجين المذاب في الاستزراع المائي وتحسين صحة ونمو الكائنات التي تتغذى على الطحالب.
- المساعدة في تعزيز المناعة وتقليل الأمراض لدى الكائنات المائية والحيوانات من خلال تحسين الظروف الحيوية.

الصناعة والخدمات والبناء

- تحسين عمليات الغسل والتنظيف مع الحد الأدنى من استخدام المواد الكيميائية في صناعات الأغذية والأدوية والمنسوجات والدهانات.
- تقليل الترسبات والصدأ وزيادة العمر التشغيلي للمعدات والأجهزة في الوحدات الصناعية والخدمية.
- توفير ٢٠-٣٠٪ من استهلاك المياه في المباني السكنية والإدارية والطبية باستخدام الفقاعات النانوية في أنظمة إمداد المياه ومعالجتها.
- توفير بيئة أكثر صحة وتقليل تكاليف صيانة المباني والمعدات.

المسابح والرياضات المائية

- خفض استهلاك الكلور بنسبة ٤٠-٦٠٪، وتحسين شفافية وجودة المياه، وتقليل نمو الطحالب والأمراض الجلدية.

- تقليل مراتب تغيير مياه المسابح وتحسين تجربة مستخدمي الرياضات المائية.
- تعزيز الصحة العامة للمستخدمين والحفاظ على البيئة من خلال تقليل المواد الكيميائية الضارة وزيادة كفاءة التبريد.

البيئة والمياه السطحية والبحيرات

- السيطرة الفعالة على الطحالب الضارة، وتحسين شفافية المياه والحفاظ على النظم البيئية في مصادر المياه الطبيعية.
- تنظيف ومعالجة المياه الملوثة دون استخدام مواد كيميائية، مما يساعد على الحد من التلوث والحفاظ على التنوع البيولوجي.

التطبيقات العسكرية والأمنية

- معالجة وتعقيم المياه في الظروف الحرجة والمناطق العسكرية، بما يعزز أمن إمدادات المياه.
- تعزيز الأمن الغذائي للقوات العسكرية من خلال تحسين جودة المياه والمواد الغذائية باستخدام الفقاعات النانوية.
- تقليل المخاطر البيولوجية وزيادة السلامة في الظروف الميدانية والطارئة.

صناعات النفط والغاز والاستخلاص

- زيادة إنتاج النفط وتحسين فصل الماء عن النفط دون الحاجة إلى مواد كيميائية أو التكسير الهيدروليكي.
- تحسين كفاءة استخلاص النفط والغاز باستخدام الفقاعات النانوية في عمليات الاستخراج.
- زيادة سلامة خطوط النقل من خلال منع الانسدادات والترسبات والنمو الميكروبي في الأنابيب والخزانات.

التطبيقات المتخصصة والبحثية

- الدواء والتصوير الطبي: استخدام الفقاعات النانوية كحاملات للأدوية، وعوامل تباين لتحسين دقة وجودة التصوير بالموجات فوق الصوتية، وعلاج السرطان وترميم الجروح.
- المعالجة الصناعية المتقدمة: إزالة التأثير المثبط للدهون والمواد في صناعات الأغذية والمشروبات.
- محطات الطاقة وأبراج التبريد الصناعية وأبراج المياه: زيادة الكفاءة وتحسين انتقال الحرارة، والوقاية من انسداد الأنابيب، ونمو الأغشية الحيوية وإزالتها، واقتصاد تشغيل الأنظمة بنسبة تصل إلى ٣٠%.
- الطلاء ومعالجة الأسطح: إزالة الصدأ دون استخدام مواد كيميائية وتحسين تأثير مقاومة الصدأ بواسطة الجذور الحرة (ROS).

السيارات وتوفير الوقود وتبريد المياه وأنظمة التبريد

- زيادة كفاءة تبريد المحرك: يؤدي استخدام المياه المعالجة بالفقاعات النانوية في أنظمة تبريد السيارات إلى زيادة انتقال الحرارة، وخفض درجة حرارة المحرك، وزيادة عمر المكونات.
- توفير استهلاك الوقود: يؤدي تحسين درجة حرارة تشغيل المحرك وتقليل الاحتكاك في نظام التبريد إلى خفض استهلاك الوقود وزيادة كفاءة السيارة.
- تقليل التآكل والترسبات في دوائر المياه: تمنع الفقاعات النانوية الصدأ وتراكم الترسبات، مما يزيد من عمر نظام التبريد.

التطبيق في الآلات الثقيلة والزراعية: زيادة كفاءة التبريد في الظروف البيئية القاسية، وتقليل التآكل، وتوفير الطاقة.

أنظمة التكييف والتدفئة والتهوية (HVAC): زيادة فعالية المبادلات الحرارية وتقليل استهلاك الطاقة.

إنتاج ونقل وتحسين كفاءة أنواع مختلفة من الغازات

غازات الوقود (LPG) والغاز الطبيعي: (تعمل الفقاعات النانوية، من خلال زيادة مساحة التلامس بين السائل والغاز، على تحسين عمليات فصل وتنقية الغازات، وزيادة كفاءة الإنتاج وتقليل الفاقد.

الغازات الصناعية (الأكسجين والنيتروجين والهيدروجين وغيرها): تساعد الفقاعات النانوية على تحسين انتقال هذه الغازات وذوبانها في السوائل، مما يوفر تطبيقات واسعة في صناعات مثل الطب والإلكترونيات والصناعات الكيميائية.

زيادة السلامة في خطوط النقل: منع النمو الميكروبي، وتقليل الترسبات والانسدادات في خطوط الأنابيب والخزانات، وزيادة سلامة وكفاءة أنظمة تخزين ونقل الغاز.

التطبيق في العمليات التحفيزية والكيميائية: تعمل الفقاعات النانوية على تحسين كفاءة التفاعلات التحفيزية من خلال توفير ظروف مناسبة لانتقال الغازات.

الدور في السلامة وتكوين المناعة

تعزيز السلامة البيولوجية: تطهير المياه وبيئات العمل والمعيشة، وتقليل مسببات الأمراض، وتحسين الظروف الصحية.

تكوين المناعة البيولوجية في المنتجات الزراعية والحيوانية: تقليل الحاجة إلى المضادات الحيوية والمبيدات وزيادة مقاومة الأمراض.

تعزيز سلامة الأنظمة الصناعية والحضرية: منع الانسدادات والتآكل والتلوث الميكروبي في خطوط نقل المياه والغاز.

الوقاية من المخاطر البيولوجية في الظروف الحرجة: توفير مياه نظيفة وآمنة للاستخدامات العسكرية والطوارئ.

القدرات التصديرية وتوليد النقد الأجنبي

تمتلك إيران، بفضل امتلاكها تكنولوجيا الفقاعات النانوية، إمكانية تصدير المعدات والخدمات الفنية والهندسية والاستشارات التنفيذية إلى الدول التي تعاني من أزمات المياه، ولا سيما في منطقة الشرق الأوسط وآسيا الوسطى وشمال أفريقيا.

ويمكن لتصدير هذه التكنولوجيا أن يؤدي إلى توليد النقد الأجنبي مباشرة من خلال بيع التكنولوجيا والمعدات، وكذلك إحلال الواردات بالإنتاج المحلي والهندسة العكسية، مما يسهم في نهاية المطاف في نمو الاقتصاد القائم على المعرفة.

الشركات القائمة على المعرفة وتعميم التكنولوجيا

تُعدّ إحدى الآليات الرئيسية لتطوير وتسويق تكنولوجيا الفقاعات النانوية في البلاد، توسيع وتنويع الشركات القائمة على المعرفة والشركات التكنولوجية في هذا المجال. ويمكن تسريع هذا المسار من خلال الدعم الحكومي والتسهيل القانوني.

ولتحقيق هذا الهدف، من الضروري في إيران اتخاذ حلول بسيطة وقابلة للتنفيذ والتطبيق، تشمل ما يلي:

- تطوير البنية التحتية للمختبرات ومراكز البحوث المتخصصة.
- إنشاء شبكة للتعاون بين الجامعات والصناعة والحكومة.
- التدريب المتخصص وتمكين الموارد البشرية.

- تنفيذ مشاريع تجريبية في قطاعات الزراعة، والصحة، والصناعات الدوائية، والتكنولوجيا الحيوية، والغذاء، ومختلف الصناعات، والبيئة.
- منح التراخيص التسهيلية ودعم الشركات الناشئة والمبتكرة ذات الصلة.
- نشر الوعي العام والإعلام حول المزايا.
- إدراج تكنولوجيا الفقاعات النانوية في برامج التنمية الوطنية والسياسات.
- الإعفاءات الضريبية لشركات الفقاعات النانوية.
- إدراج تكنولوجيا الفقاعات النانوية في القائمة الرسمية لأولويات التسهيلات التمويلية للشركات القائمة على المعرفة.
- الاستثمار المشترك بين الحكومة والقطاع الخاص وصندوق الابتكار في المشاريع الكبرى.
- تطوير السوق المحلية من خلال المشاريع النموذجية في المحافظات التي تعاني من الإجهاد المائي، وعلى مسار مصادر استهلاك مياه الشرب والزراعة وغيرها من الصناعات.

ضرورة التسهيل وإصدار القوانين الداعمة

من أجل استدامة تطوير هذه التكنولوجيا، من الضروري أن يقوم البرلمان والحكومة بالتسهيل القانوني، بما في ذلك:

- إقرار قانون لدعم التقنيات المائية الحديثة مع التركيز على الفقاعات النانوية.
- إصلاح وتسهيل اللوائح الخاصة بإصدار تراخيص نشاط شركات تكنولوجيا المياه.
- إلزام المؤسسات الحكومية (البلديات، ووزارة الطاقة، ووزارة الجهاد الزراعي، ووزارة الصحة) باستخدام تكنولوجيا الفقاعات النانوية، وجعل ذلك شرطاً للحصول على أي ترخيص وإصدار شهادة إتمام المشاريع الجديدة.
- تحديد حوافز تصديرية لمعدات وخدمات هذا المجال الفنية.
- تقديم التسهيلات والأراضي لإقامة مسرّعات متخصصة في تكنولوجيا المياه النانوية.
- جعل نقل وإصدار سندات الأراضي الزراعية ومختلف مرافق مستهلكي المياه، والحصول على أي ترخيص، مشروطاً بإرفاق خطة للميكنة بهدف توفير المياه.

حلول متنوعة وقابلة للتنفيذ لتمويل تطوير تكنولوجيا الفقاعات النانوية في إيران

ميزانيات المسؤولية الاجتماعية للشركات

يمكن للشركات الصناعية الكبرى، وشركات البتروكيماويات والنفط، والبنوك، والصناعات الأساسية، تخصيص جزء من ميزانيات مسؤوليتها الاجتماعية لتطوير التقنيات الحديثة مثل الفقاعات النانوية. ونظراً لتأثير هذا المصدر المباشر على الصحة والمياه والبيئة والأمن الغذائي، فإنه يُعد من أولويات الاستثمار.

استثمارات المؤسسات الخاصة والحكومية

يمكن للمؤسسات الكبرى العاملة في قطاعات المياه والزراعة والأدوية والطاقة والبناء والطاقة، الاستثمار بشكل مباشر أو من خلال شركاتها التابعة في المشاريع ذات العوائد الاقتصادية والحيوية. وتؤدي هذه المشاركة إلى تسريع تسويق التكنولوجيا وتوسيع نطاقها.

الأوراق المالية الخضراء والتقنيات القائمة على الأحياء

يمكن أن يشكل إصدار السندات الخضراء وسندات المشاركة في التكنولوجيا، باعتبارها أدوات لجذب رؤوس الأموال الوطنية والدولية، خياراً مهماً على مستوى السياسات العامة للمشاريع المرتبطة بخفض استهلاك المياه، وتقليل الملوثات، والأمن البيولوجي.

رأس المال المخاطر (VC) والمستثمرون الملائكيون (Angel Investors)

يمكن للشركات الناشئة في مجال تكنولوجيا الفقاعات النانوية الاستفادة من مصادر التمويل التي يوفرها المستثمرون في رأس المال المخاطر وما يُعرف بالمستثمرين الملائكيين. ويقوم هؤلاء المستثمرون، من خلال تحمل المخاطر، بمرافقة الشركات الناشئة مقابل حصة في الشركة، بدءاً من مرحلة إعداد النموذج الأولي وحتى دخول السوق.

الميزانيات الحكومية والبحثية

تقدم وزارات العلوم، والجهاد الزراعي، والطاقة، والصناعة، والصحة، وحتى الدفاع، دعماً مالياً للمشاريع التكنولوجية والأكاديمية من خلال برامج البحث والتطوير (R&D) والمشاريع التكنولوجية. ويمكن أن يؤدي هذا الدعم إلى الارتقاء بمستوى المعرفة التقنية وتوطين التكنولوجيا.

صندوق الابتكار والازدهار

هذا الصندوق مخصص للشركات القائمة على المعرفة، ويقدم تسهيلات مثل القروض منخفضة الفائدة، ومنح تجهيز المعدات، والضمانات المصرفية، وتأمين صادرات التكنولوجيا، والتسهيلات التصديرية. ويُعد دور هذا الصندوق في دعم البنية التحتية ونمو التكنولوجيا حيوياً.

التسهيلات التمويلية ذات فترة السماح

يمكن للبنوك الحكومية والخاصة، من خلال قروض توليد فرص العمل، وخطوط الائتمان الخضراء، والتسهيلات طويلة الأجل ذات فترة السماح، خفض تكاليف تنفيذ مشاريع توفير المياه ومشاريع الفقاعات النانوية.

الحكومة الاقتصادية القائمة على مشاركة الشعب

كذلك، ومع إعطاء الأولوية للشرائح العشرية، فإن الاستفادة من نماذج إضفاء الطابع الشعبي على الاقتصاد، بما في ذلك التمويل الجماعي (التمويل الصغير الجماعي)، والصناديق المحلية الصغيرة، ومخططات المساهمة الشعبية في الملكية، تتيح جذب المشاركة المباشرة للمواطنين في تطوير التكنولوجيا. وتؤدي هذه الأساليب إلى تعزيز الشعور بالانتماء الاجتماعي واستدامة الاستثمار.

الشراكات بين القطاعين العام والخاص (PPP)

من خلال تصميم مشاريع مشتركة بين الحكومة والبلديات والقطاع الخاص، يمكن تسريع تنفيذ المشاريع. ويسهم هذا النموذج في خفض المخاطر وزيادة فعالية الاستثمار في مجالات المياه والبيئة والصحة.

جذب الاستثمارات الأجنبية والتعاون الدولي

يُعد إبرام مذكرات تفاهم مع الشركات الدولية ذات الخبرة في تكنولوجيا الفقاعات النانوية، وجذب الموارد المالية من المؤسسات التنموية، وتنفيذ مشاريع بحثية مشتركة، جزءاً من مسار التوسع السريع لهذه التكنولوجيا داخل البلاد.

بيع أرصدة الكربون والدعم البيئي الدولي

يفضل دور تكنولوجيا الفقاعات النانوية في خفض استهلاك الطاقة والمياه والملوثات، يمكن أن تكون مؤهلة لبيع أرصدة الكربون والحصول على دعم مالي من المؤسسات الدولية المعنية بالبيئة والتنمية المستدامة.

دعم صناديق التنمية الإقليمية والمحلية

يمكن للمحافظات والمناطق الحرة والمدن الصناعية تخصيص ميزانيات تنموية للشركات التكنولوجية المحلية، بما يوفر الظروف لتوسيع مشاريع الفقاعات النانوية على المستوى المحلي ومستوى المحافظات.

أساليب متنوعة أخرى

تشمل الاستفادة من الدعم التكنولوجي لمعاونة العلوم والتكنولوجيا والاقتصاد القائم على المعرفة في رئاسة الجمهورية، وتسهيلات بنك تنمية التعاون، وجذب المساعدات الدولية، والتعاون مع الجامعات، والاستفادة من موارد المحسنين في مجالي الصحة والبيئة.

الخلاصة

تُعد تكنولوجيا الفقاعات النانوية استراتيجية تكنولوجية ومحلية ومتعددة الأبعاد لإيران اليوم؛ بدءاً من تحسين صحة الناس، والحد من الأمراض، والحفاظ على موارد المياه الحيوية، وصولاً إلى مواجهة التهديدات البيولوجية، وزيادة الإنتاجية الزراعية، وتطوير الصادرات التكنولوجية.

ويمكن أن يؤدي توسيع هذه التكنولوجيا من خلال دعم الشركات القائمة على المعرفة، ووضع سياسات تنموية، والاستثمار الموجّه، وتسهيل القوانين، إلى تحويلها إلى أحد أكثر خطوط الدفاع فعالية في البلاد في مواجهة أزمة المياه، وأزمة الغذاء، وأزمة الصحة...