



الاتحاد السعودي للثقافة الرياضية
Saudi Arabian Sport Culture Federation



النانو تكنولوجيا في الرياضة

(Nano Technology in Sport)

إعداد

أ.د أحمد محمد عبد السلام محمد

أستاذ صحة وإصابات الرياضيين بجامعة الملك سعود

1447هـ - 2026م

الإصدار الثاني



السلسلة الثقافية للاتحاد السعودي للثقافة الرياضية



كلمة رئيس الاتحاد

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين، نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.. وبعد الثقافة هي عنصر أساسي من عناصر التأثير في سلوكيات المجتمعات، لذا فإن تعزيز الثقافة عموماً، والثقافة الرياضية خصوصاً تعد من العناصر الهامة في تعزيز السلوكيات المعززة للصحة لتحقيق التنمية الصحية الشاملة ورفع نسب المشاركة في الأنشطة البدنية تحقيقاً لرؤية المملكة 2030م.

ويسعى الإتحاد السعودي للثقافة الرياضية إلى نشر ثقافة الرياضة بين فئات المجتمع تحقيقاً لأهدافه وخطته الاستراتيجية، لذا فإن الإتحاد يصدر هذه السلسلة الثقافية بعنوان: "سلسلة الثقافة الرياضية"، تهدف إلى دعم رؤية المملكة ممثلة في اللجنة الأولمبية ووزارة الرياضة في تحقيق مجتمع صحي رياضي مستدام.

إن الاهتمام والدعم والرعاية التي يقدمها خادم الحرمين الشريفين الملك سلمان بن عبد العزيز آل سعود وسمو ولي عهده الأمين الأمير محمد بن سليمان -حفظهما الله- للرياضة والنشاط البدني من أهم العوامل التي أدت إلى الارتقاء بالثقافة الرياضية لجميع فئات المجتمع، وتحسين جودة الحياة.

خالص الشكر والتقدير لوزير الرياضة صاحب السمو الملكي الأمير عبد العزيز بن تركي الفيصل، على كل ما قدمه للرياضة السعودية من متابعة دعم ورعاية أدت إلى الارتقاء بالمجال الرياضي والرياضيين بالمملكة. أسأل الله سبحانه وتعالى أن يحفظ بلدنا الحبيب وأن يديم علينا الأمن والنجاح والازدهار والتقدم.



رئيس الاتحاد السعودي للثقافة الرياضية
أ.د. سليمان بن عمر الجلود

المحتويات

م	العنوان	رقم الصفحة
1	عصر التكنولوجيا والاختراعات	4
2	عصر التكنولوجيا والاختراعات	5
3	تكنولوجيا النانو	5
4	نشأة تقنية النانو	9
5	تطور أجيال التقنية وصولاً للنانو تكنولوجي	12
6	التطبيقات العامة للنانو تكنولوجي	12
7	المنتجات الرياضية	14
8	الأدوات المصنعة بتكنولوجيا النانو	18
9	تكنولوجيا النانو في المنتجات الرياضية	21
10	استخدامات تكنولوجيا النانو في المجال الرياضي	28
11	النانو تكنولوجي في مضارب التنس	31
12	النانو تكنولوجي في مضارب الهوكي	38
13	النانو تكنولوجي في مضارب البيسبول	42
14	النانو تكنولوجي في الأحذية الرياضية	46
15	النانو تكنولوجي في الملابس الرياضية	51
16	النانو تكنولوجي في الكرة	56
17	النانو تكنولوجي في معدات الحماية	61
18	النانو تكنولوجي في ملابس السباحين	71
19	النانو تكنولوجي في الدراجات الهوائية	77
20	التقنية الحديثة والمدرب الرياضي	82
21	مخاطر تقنية النانو	83
22	مستقبل تقنية النانو	86
23	المراجع	88

◆ مجلس إدارة الاتحاد السعودي للثقافة الرياضية ◆

م	الاسم	الصفة
1	أ.د. سليمان بن عمر الجلعود	رئيس المجلس
2	د. محمد بن سعد الدوسري	نائب رئيس المجلس
3	أ.د. عبدالعظيم بن سعود العتيبي	عضو
4	د. محمد بن صالح السليمان	عضو
5	د. أسعد عرفة	عضو
6	د. وعد بنت عبدالرحمن الفواز	عضو
7	د. نوال بنت عبدالله العيسى	عضو
8	أ. سهام المحسن	مقررًا (المدير التنفيذي)

◆ اللجنة العلمية ◆

م	الاسم	الصفة
1	أ.د. عبدالله بن حامد اللهيبي	رئيس
2	د. محمد بن سعد الدوسري	عضو
3	د. وعد بنت عبدالرحمن الفواز	عضو
4	أ.د. أحمد محمد عبدالسلام	عضو
5	د. يزيد الطيار	عضو
6	أ. أحمد ضياف	مقررًا

عصر التكنولوجيا والاختراعات

من عصر لآخر تظهر بعض الاكتشافات أو الاختراعات الجديدة التي تغير كل شيء في العالم فمثلا استطاع الإنسان البدائي في العصور القديمة اكتشاف النار التي غيرت مجرى التاريخ باستخداماتها المتعددة، وبعد مرور عدة قرون استطاع المبتكرون اختراع أدوات من الحديد مكنت الإنسان فيما بعد من اختراع الأسلحة القوية التي غزا بها العالم.

بعد ذلك ظهرت اكتشافات واختراعات أخرى كالكهرباء والسيارات والمضادات الحيوية ومواسير المياه والفاز، وأدرك الإنسان أنه إذا عمل عقله لأمكنه من اكتشاف الكثير، وبالتالي زادت الاكتشافات والانجازات العلمية والتكنولوجية التي كان الإنسان يعتبرها في الماضي محض خيال.

ثم جاء عصر التكنولوجيا فظهرت أجهزة التليفزيون والكمبيوتر وصار العالم يشهد بكل اختراع يتسم بصغر حجمه وسرعة ودقه أدائه، وأصبح كل شيء خاضع للدراسة والبحث والتجريب بداية من النجوم والطبقات التكتونية مروراً بال DNA إلى الحشرات الغريبة والكائنات الدقيقة.

واليوم كادت اكتشافات الإنسان أن تصل إلى ذروتها بعد اكتشاف تكنولوجيا جديدة تحطم الأنماط المتعارف عليها تسمى تكنولوجيا النانو، وبدأت هذه التكنولوجيا تتوغل تدريجياً في حياتنا اليومية بداية من أجهزة الكمبيوتر فائقة السرعة صغيرة الحجم مروراً بكرات التنس الجديدة والأقمشة المقاومة للبقع والكريمات عديمة اللون للوقاية من أشعة الشمس وصولاً للمجسات الجزيئية وعلاج خلايا سرطانية معينة، وفي العقود المقبلة سوف تشهد تكنولوجيا النانو طفرة كبرى ستدهش البشرية جميعها وتتجاوز نطاق ما تعارفنا عليه لسنوات طويلة.

تذكر ليندا وليامز واد آدامز (2007) أن دولاً مثل الدنمارك ، ألمانيا ، اليونان ، فرنسا ، السويد ، استرالي ، الولايات المتحدة الأمريكية ساهمت في برنامج Nano life عام 2004 وبمشاركة 200 عالم 23 منظمة بحثية لدراسة التوقعات بشأن المجالات التي يمكن ان تستخدم بها أدوات تكنولوجيا النانو وتأثيرات تلك الأدوات على تطوير التكنولوجيا الحديثة ، وبدأ من عام 2005 بدأت عملية لفحص الأدوات المصنعة بتقنية النانو للتعرف على ايجابياتها وسلبياتها 339 ، وفي عام 2006 اشتركت نحو 640 شركة و300 مؤسسة أكاديمية و100 مستثمر في دعم مجموعة من الأبحاث لدراسة التطبيقات ذات الفائدة للأدوات المصنعة بتقنية النانو .

أن الوصول إلى المستويات الرياضية العالمية والاولمبية، ليس وليد الصدفة أو نتيجة للاعتماد على الإمكانيات فحسب بل كان ذلك نتيجة لتوجه الباحثين والمهتمين بالمجال الرياضي لإجراء العديد من البحوث العلمية في المجال الرياضي، وللوصول إلى العالمية في المستويات الرياضية لابد من الاستعانة بالمنهج العلمي باعتباره نقطة الانطلاق إلى العالمية والقاعدة الأساسية نحو آفاق جديدة من الانجاز.

أن المعرفة العملية التقنية لاستغلال نتائج البحوث القابلة للتطبيق تلعب دورا هاما وأساسيا في تصميم وإنتاج الأجهزة والأدوات الرياضية المبتكرة والبحث عن أفضل وانسب الخامات والعمل على تحسين ظروف الأداء الرياضي لتحقيق أروع الإنجازات الرياضية مع الاقتصاد في الطاقة والجهد والوقت.

تكنولوجيا النانو

أن العلم يعني لنا المعرفة الصحيحة الكاملة بالأشياء ثم تحويل هذه المعرفة إلى أشياء مصنوعة تفيدنا في حياتنا وهو ما يعرف بالتكنولوجيا ، لكن لا تتساوي أنواع

التكنولوجيا في تأثيرها بالنسبة للإنسان ، ومع تتابع الحياة كان الإنسان يفكر ويطور كلما صادفته مشكلة ، فهو قد صنع السيارة والباخرة والطائرة ومكوكات الفضاء والأقمار الصناعية ، وتعرف على جينات الكائنات الحية واكتشف الذرة والليزر ، ولكنة عندما اقترب من أشياء فائقة الدقة لا تصلح معها المقاييس المعروفة لديه اكتشف مقياساً جديداً يساوي جزءاً من ألف مليار من المتر ، أنه مقياس النانو ، ثم استخدم هذا المقياس في تطوير تكنولوجيا جديدة تتعامل مع تلك الأشياء فائقة الدقة بل وتستخدمها في تطبيقات عديدة . لقد كان التطور التكنولوجي الهائل هو السمة الفريدة في القرن العشرين الذي ودعناه قبل بضع سنوات ، ومع نهاية القرن العشرين كان مصطلح النانو تكنولوجي قد ظهر ، وبدأت تبشير تكنولوجيا النانو تبشر بانطلاق كبير في جميع فروع العلوم والهندسة والطب والاقتصاد والاجتماع والحياة اليومية للبشر ، وبدأت إعادة صياغة العلوم وفق مفهوم جديد ، وقد أجمع الخبراء على أن النانو تكنولوجي أهم تطور حدث في النصف الأخير من القرن الحالي . أن ما تحقق من انجازات عبر القرن العشرين لا يضاهي بما تحمله تكنولوجيا النانو للعالم في القرون المقبلة ، فإنجازات تكنولوجيا النانو تصل إلى حدود أبعد من الخيال ، فالعلم قد وصل إلى نقطه فاصلة بالتعامل المباشر مع الذرة الواحدة أو الجزيء الواحد ، هذه النقطة بداية ما يسمى بتكنولوجيا النانو .

ماهية النانو تكنولوجي

تكنولوجيا النانو هي فرع من البحوث التي قد اكتسبت زخماً كبيراً في السنوات الأخيرة بسبب تطبيقاتها الواسعة على العديد من المنتجات ، حيث تطبق بحوث التكنولوجيا النانوية

على مجالات مثل الوقاية من الأمراض والعلاج في الدول المتقدمة، وتحسين الأجهزة الالكترونية، بل أن تكنولوجيا النانو وجدت تطبيقاتها في مجال الألعاب الرياضية أيضاً، حيث أثبتت أنها مفيدة جداً على نطاق واسع، ولديها القدرة على تحسين جوانب متعددة في عالم الرياضة.

تنقسم كلمة نانو تكنولوجيا إلى جزئين، نانو وهي وحدة قياس، وتكنولوجيا وهي بمعنى التقنية، والنانو تكنولوجيا هي تقنيات ووسائل جديدة لتصنيع المواد في أبعاد تقاس بالنانو وهو جزء من المليون من المليمتر، وتؤدي تقنية النانو إلى أظهار خصائص جديدة تماماً للمادة.

وعلم النانو هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسه الـ 100 نانو متر فالنانو هو أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن ، ويبلغ طوله واحد من بليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم ، و يعد النانو أصغر بحوالي 80.000 مرة من قطر شعرة الإنسان ، وكلمة النانو تكنولوجيا تستخدم أيضاً بمعنى أنها تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات ، ويتعامل العلماء والمهندسون مع المادة في هذا المقياس على مستوى دقيق جداً أي على مستوى الذرات و الجزيئات النانوية.

وتعد تكنولوجيا النانو أهم اكتشافات العصر الحديث مثلما كان الحال مع تكنولوجيا الصعود للفضاء وشبكات الانترنت قبلها، وهي تجذب انتباه الجميع سواء كانوا اختصاصيين أو غير اختصاصيين، كما أنها في غاية الأهمية للمستثمرين إذ ان ظهور تكنولوجيا جديدة يصحبه في العادة ظهور منتجات جديدة وطرق جديدة لتمويل عملية تصنيع المنتجات المربحة.

مما دفع المنتجين والسياسيين للاهتمام الكبير بهذه التكنولوجيا الحديثة.

تعريف النانو

يعني مصطلح النانو جزء من المليار، فالنانو متر هو واحد على مليار من المتر. ولتوضيح الأمر بشكل آخر فإن سماكة شعرة الإنسان الواحدة تساوي 50 مايكرو متر أي 50,000 نانو متر. وفي المراجع المختصة فهي كلمة إغريقية تعني القزم والتي يمكن أن تصف كل شيء صغير، أما أصغر الأشياء التي يراها الإنسان بالعين المجردة يبلغ عرضه 10,000 نانو متر، وعندما نصف مثلاً عشر ذرات من الهيدروجين فإن طولها يساوي نانو متراً واحداً.

كما يعرف بأنه العلم الذي يدرس ظاهرة معالجة المواد على مستوي القياس الذري والجزيئي حيث تختلف خواص المادة عند هذا القياس عنها عند القياس الأكبر من ذلك. ويعرف لين فوستر بأنها المراقبة والتحكم في المادة في حجمها المتناهي في الصغر.

مقياس النانو

يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانو متراً واحداً إلى غاية الـ 100 نانومتر.

تقنية النانو

يذكر عبد الحميد بسيوني أن تقنية النانو هي إنتاج الأشياء عبر تجميعها من مكوناتها الأساسية مثل الذرة والجزيء، ومادامت كل المواد مكونة من ذرات مرتبة وفق تركيب معين فإنه يمكن إعادة رصف الذرات إلى جانب بعضها البعض بطريقة تختلف عما هي عليه في أصل المادة للحصول على نفس المواد والمنتجات بمواصفات أفضل، أو استنباط مواد جديدة.

وهي تطبيق لهذه العلوم وهندستها لإنتاج مخترعات مفيدة، ودراسة ابتكار تقنيات جديدة تقاس أبعادها بالنانو متر، وعادة ما تتعامل التقنية النانوية مع قياسات بين 0.1 إلى 100 نانو متر، وهي تتعامل مع أي ظواهر أو بني على المستوى النانوي.

أساس هذه التقنية هو إنتاج أشياء جديدة من مكونات المادة الأساسية (الذرة، الجزيء...) وبما أن كل المواد هي عبارة عن ذرات متراسة وفق ترتيب معين فإننا نستطيع أخذ ذرة ووضعها إلى جانب أخرى بطريقة مختلفة عما هما عليه في الأصل مما ينتج مادة جديدة بخواص كيميائية مختلفة كليا ولون مختلف أيضا.

نشأة تقنية النانو

من الوجهة التاريخية فإن الشرارة الأولى لعلوم النانو كان قد أطلقها عالم الفيزياء ريتشارد فاينمان Richard Feynman في خطابه الشهير أمام الجمعية الفيزيائية الأمريكية في عام 1959م تحت عنوان " أنه عالم صغير بشكل مذهش "، وتساءل عما سيتمكن للإنسان أن يفعله في حالة السيطرة على الذرة الواحدة وتحريكها بسهولة، كما تساءل عما سيحدث إذا أصبح بمقدور العلماء ترتيب الذرات بالطريقة التي يريدونها، كان الحديث حينئذ أشبه ما يكون بالخيال العلمي، وقبل مرور أربعة عقود من الزمان تحولت رؤى فاينمان إلى حقائق.

في عام 1965 طرح فاينمان فكرة التحكم في حركة الذرات وتغيير موقعها وإعادة ترتيبها كما نريد كأول إعلان عن إمكانية ظهور تقنية جديدة عرفت فيما بعد بتقنية النانو.

في عام 1974 استخدم العالم الياباني نوريو تانيجوشي Norio Taniguchi مصطلح تكنولوجيا النانو عندما أشار إلى أن استخدام تكنولوجيا تسمى النانو في حدود دقة مائة نانو

لتحسين الدقة في الصناعة وتصنيع المواد في قياس النانو أو على المستوي الجزيئي، ومنذ ذلك الوقت عرفت تكنولوجيا النانو باسمها.

-في عام 1977 عرض دريكسلر Drexler مفاهيم تكنولوجيا النانو في ورقة بحثية عن آلية رش الايون.

-في عام 1986 تكوين أول مؤسسة نانو تكنولوجيا

-في عام 1988 أول منهج دراسي جامعي عن النانو تكنولوجيا .

-وفي عام 1990 تمكن الباحثون في مختبر فرعي لأحد شركات الاليكترونات العالمية العملاقة من صنع أصغر إعلان في العالم حيث استخدموا 35 ذرة من عنصر الزيتون في كتابه اسم شركة من ثلاثة حروف علي واجهه مقرر أحد فروعها.

-وفي عام 1991 رصد علماء يابانيون بقيادة العالم سوميو ليجيما Sumio Iijima ما سموه بأنابيب النانو الكربونية حينما كانوا يدرسون الرماد الناتج من عملية التفريغ الكهربى بين قطبين من الكربون باستخدام ميكروسكوب اليكترونى عالى الكفاءة.

-في عام 1995 أول دراسة في العالم عن الاستخدام الصناعي للتطبيقات العسكرية في مجال النانو.

-في عام 1999 نشر أول كتاب في العالم عن طب النانو.

-في عام 2001 أول تقرير عن صناعات تقنية النانو بالولايات المتحدة

قياس النانو

السننيمتر هو واحد من مائة جزء من المتر، والملييمتر هو واحد من ألف جزء من المتر، والميكرومتر هو واحد من مليون جزء من المتر، لكن كل هذه الأجزاء مازالت بعيدة

وهائلة مع قياس النانو، فالنانو متر هو جزء واحد من ألف مليون جزء من المتر.

فكرة استخدام النانو

تتلخص فكرة استخدام تقنية النانو في إعادة ترتيب الذرات التي تتكون منها المواد، وكلما تغير الترتيب الذري للمادة كلما تغير الناتج منها إلى حد كبير.

وبمعنى آخر فإنه يتم تصنيع المنتجات المصنعة من الذرات، وتعتمد خصائص هذه المنتجات على كيفية ترتيب هذه الذرات، فيمكننا الحصول على الماس من الفحم بعد تغيير ترتيب الذرات به، وكذلك يمكننا الحصول على رقائق الكمبيوتر من إعادة ترتيب ذرات الرمل.

، وما يعكف عليه العلم الآن أن يغير طريقة الترتيب بناء على النانو، من مادة إلى أخرى، وبحل هذا اللغز فإننا قد نحصل على مواد زهيدة الثمن من مواد رخيصة مثلًا كالنحاس أو الرصاص، لكن الواقع أن الذهب سيفقد قيمته في هذه الحالة. وتتمثل قاعدة التقنيات النانوية العلمية في مسألتين، الأولى بناء المواد بدقة من لبنات صغيرة، والحرص على مرحلة الصفر يؤدي إلى مادة خالية من الشوائب ومستوى أعلى جدًا من الجودة والتشغيل. والثانية أن خصائص المواد قد تتغير بصورة كبيرة عندما تتجزأ إلى قطع أصغر وأصغر، وخصوصًا عند الوصول إلى مقياس النانو أو أقل، عندها قد تبدأ الجسيمات النانوية إظهار خصائص خيالية غير متوقعة ولم تعرف من قبل أي غير موجودة في خصائص المادة الأم.

ويتطلب ما سبق:

- معرفة تفاصيل تركيب المواد بدقة
- هندسة الأشياء المراد صنعها

- السيطرة على الذرات عند تشكيل المواد منها.

تطور أجيال التقنية وصولاً للنانو تكنولوجي

إذا أردنا ان نصنف النانو تكنولوجي بين أجيال التقنية التي شهدتها العالم عبر العقود الأخيرة فيمكننا وضع الترتيب التالي:-

- الجيل الأول ظهر باستخدام المصباح الاليكتروني بما فيه التليفزيون.

- الجيل الثاني اشتمل على استخدام جهاز الترانزستور.

- الجيل الثالث تمثل في ظهور الدوائر المتكاملة Integrated Circuits التي اختزلت حجم العديد من الأجهزة ورفعت من كفاءتها وعددت من وظائفها.

- الجيل الرابع أظهر المعالجات الصغيرة Microprocessors التي أحدثت ثورة هائلة في مجال الاليكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية والرقائق الحاسوبية السيلكونية التي أحدثت تقدماً هائلاً في العديد من المجالات.

- الجيل الخامس وهو الذي نطلق عليه جيل تقنية النانو ويشير إلى التغيرات التي تحدث في خواص المادة عندما تتحول إلى جسيمات متناهية في الصغر مقارنة بخواص نفس المادة في حجمها الكبير.

التطبيقات العامة للنانو تكنولوجي

تستخدم تقنية النانو في الكثير من التطبيقات، حيث يمكن الاستفادة منها بشكل أو بآخر في معظم مجالات العلم مثل الفيزياء، الجيولوجيا، الكيمياء، الفضاء، تقنية المعلومات والمجال الصحي، ومن أمثلة هذه التطبيقات:
في مجال الفضاء

باستخدام النانو تكنولوجيا من المتوقع ان يكون الانتقال
للفضاء اقل كلفة مما كان عليه سابقا.

في مجال الأغذية

تم تطبيقها على بعض صناعات الأغذية سواء حفظها أو
تعليبها كما أنها تقلل من مخاطر البكتريا الضارة على الصحة
عن طريق قتل البكتريا من صناديق الحفظ لمزيد من التفاصيل
في مجال الالكترونيات

- يمكن تقليل وزنها وتقليل استهلاكها للطاقة
- في مجال خلايا امتصاص الطاقة الشمسية
- أصبحت أكثر كفاءة من الأخرى التقليدية
- في البطاريات كوقود
- يمكن استخدامها في زيادة كفاءة المحفزات كالأتي
- في تنقية الهواء
- يمكنها زيادة كفاءة المحفزات التي تساعد على تحويل
المواد الضارة الناتجة من عوادم السيارات على سبيل
المثال إلى مواد غير ضارة.
- في صناعة الأدوات الرياضية
- وخاصة في رياضة التنس أو الغولف حيث أنها تزيد من
قوة الكرات والمضارب.
- صناعة الطائرات والسيارات

تقدم تقنية النانو الكثير لتحسين الصناعة في هذا المجال،
فمثلا تدخل هذه التقنية في صناعة الأبواب والمقاعد
والدعائم، ومن أهم مميزات هذه القطع المحسنة أنها
صلبة وذات مرونة عالية في نفس الوقت كما أنها تتميز
بخفة وزنها.

و تدخل النانو أيضا في تحسين الزجاج بشكل عام و تحسين
زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح عالي الشفافية، و ذلك

باستخدام نوع معين من جسيمات النانو في صناعة نوع من الزجاج يعرف باسم "الزجاج النشط"، حيث أن هذه الجسيمات تتفاعل مع الأشعة فوق بنفسجية فتتهتز مما يزيل الرواسب و الأوساخ و الغبار الملصق بالسيارات كما أن هذه الجسيمات تتميز بأنها تشكل سطحاً قابلاً للماء مما يجعل تنظيفها أمراً سهلاً لدرجة أنه أطلق عليه اسم "زجاج التنظيف الذاتي"، و من ميزات القطع المحسنة المستخدمة في صناعة الأجزاء الداخلية أنها تقلل من استهلاك الوقود، كما أنها ستساعد في صنع محركات نفائفة تتميز بهدوئها و أدائها العالي.

- صناعة النظارات الشمسية

قامت شركة النظارات الشمسية sunglasses بتصنيع طلاء بلاستيكي مقاوم للخدش والانعكاس و أنتجت نظارات النانو ذات الكفاءة العالية والخصائص المميزة، ويعتبر سعر هذه النظارات معقولاً نظراً لصغر الكمية المطلوبة من جسيمات النانو في تصنيعها.

- صناعة الملابس

يسعى العلماء إلى استخدام تقنية النانو في مجال صناعة الملابس، مما سيكسبها ميزات جديدة حيث أنها ستكون مقاومة للبقع والسوائل، وستحمي من أضرار الأشعة فوق بنفسجية، والأهم من ذلك كله أن تلك الملابس ستكون قادرة على توفير الاتصال بالإنترنت، وإعادة شحن الأجهزة، ومراقبة الحالة الصحية لمرتديها.

المنتجات الرياضية

تستخدم تقنية النانو في هذا المجال بشكل عام لهدفين، أولاً لتقوية الأدوات الرياضية، وثانياً لإكسابها المرونة والخفة. حيث أن بعض جسيمات النانو أقوى بمائة مرة من المعدن الصلب وأخف منه بست مرات، ومن المنتجات التي تم

تحسينها: مضارب الهوكي، مضارب البيسبول، مضارب وكرات
التنس، كرات الجولف.

صناعة الدهانات والأصباغ
تتميز هذه الدهانات بأن لها القدرة على مقاومة الخدش
والتآكل والتفتت مما سيجعلها مناسبة تماما لدهن القوارب
الرياضية.

التطبيقات الصحية

ومن أهمها سوائل النانو المضادة للبكتيريا والمكروبات
المسئولة عن الكثير من الأمراض. وتتميز هذه المطهرات
بعدم تأثيرها على الأسطح فهي لا تسبب التآكل ولا الصدأ.
الشاشات

تتميز الشاشات التي تم تحسينها بتقنية النانو بأنها توفر
كثيرا من الطاقة التي تستهلك في تشغيلها، كما أنها
ستتميز بوضوح ودقة عالية. أما بالنسبة لحجمها فهي تتميز
بصغر سماكتها وخفة وزنها.

تنقية المياه

ويعتبر من أهم التطبيقات التي تستخدم النانو حيث أن الكثير
من الدول النامية تعاني من نقص في المياه وإذا ما
استخدمت النانو في تنقيتها ومعالجتها وتحليلتها فإن ذلك
سيؤدي إلى توفر المياه بشكل أكبر. كما أن درجة نقاء المياه
ستكون أعلى من السابق حيث ستعمل جسيمات النانو
المستخدمة على حجز ومنع مرور العوالق والكائنات الحية
الدقيقة في المياه.

والجدير بالذكر هنا قيام فريق بحثي سعودي باسم مدينة
الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالحصول على تسجيل
حقوق اختراع لأغشية جديدة تحلي الماء من الأملاح وتنقيها

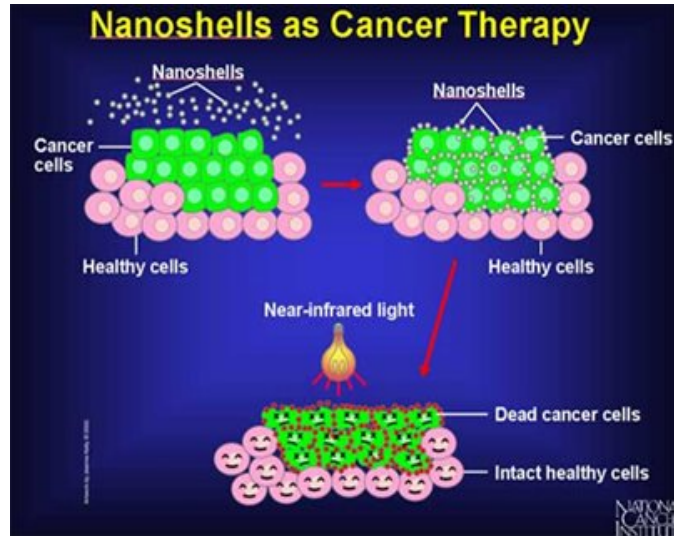
من المواد السامة بكفاءة وسرعة عالية وذلك بالاعتماد على تقنية النانو.

تقنية النانو والزراعة والغذاء

تسعى شركات الغذاء لتطبيق تقنية النانو من أجل إنتاج أفضل المحاصيل الزراعية الخالية من المواد الحافظة والمواد الكيميائية الضارة.

النانو في المجال الطبي

يعتبر العلماء أن المجال الطبي والعلاج هو الأهم في استخدام تقنية النانو، فهي ستسهم في التشخيص الدقيق والعلاج العالي الكفاءة، وستمكننا هذه التقنية أيضا من مواجهة أكثر الأمراض فتكا بالإنسان مثل أمراض السرطان.

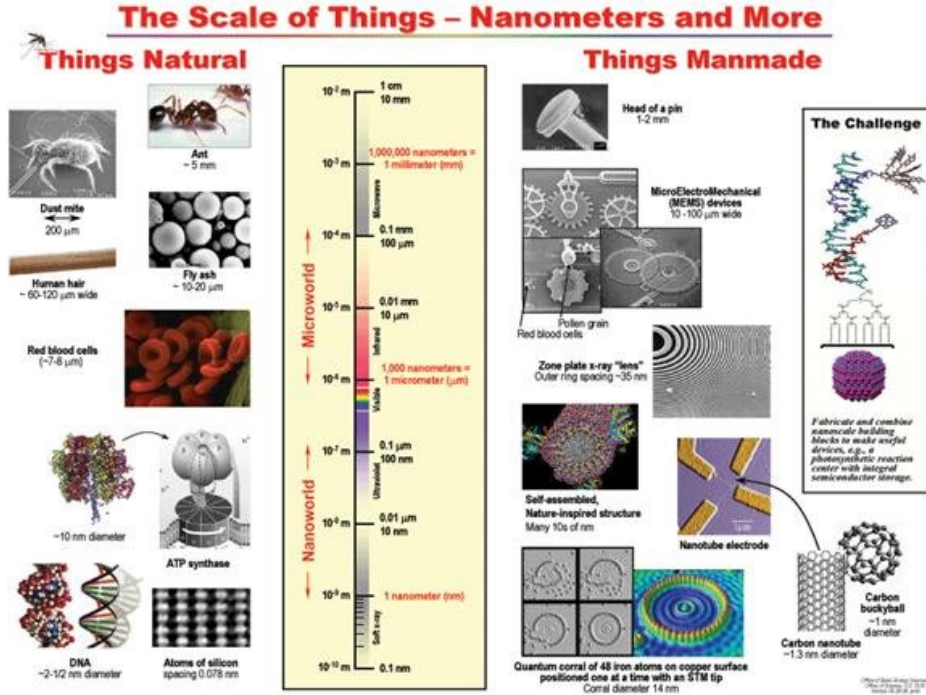


شكل (1)

استخدام قذائف النانو في علاج السرطان

تقنية النانو والطاقة

تعمل الشركات على استخدام النانو لصنع خلايا وقود تدوم فترة أطول وذات أوزان أخف وجودة عالية، كما سيتم تصميم وتطوير خلايا الطاقة الشمسية بتكلفة إنتاجية منخفضة.



شكل (2)

مقياس الأشياء – النانومتر والأكبر

تقنية النانو والطب:

من المدهش ان النانو تكنولوجي يمكنها توصيل مواد معينة كالأدوية أو الحرارة أو الضوء أو اى مواد أخرى إلى خلايا معينة مستهدفة بداخل جسم الإنسان دون التأثير على الخلايا السليمة.

هندسة الجزيئات التى تستعمل بهذه الطريقة تسمح بالكشف أو معالجة الأمراض أو الإصابات ضمن الخلايا الموجهة فيمكن بهذه الطريقة استخدام Nano-robots لجعل الإصلاحات بشكل أدق وعلى المستوى الخلوي.

وكان أول من لفت الأنظار لاستخدام هذه التكنولوجيا في مجال الطب الدكتور مصطفى السيد المصري وسيذكر لاحقاً. تطبيقات في الطب في الوقت الراهن: silver Nano-crystalline-تستخدم كمادة مضادة للميكروب (مطهرة) في الجروح



شكل (5)

على اليسار غشاء طبيعي مطلي بالفضة وعلى اليمين بلورات نانو مطلية بالفضة Nano shells- وتستخدم لتركيز الأشعة تحت الحمراء مباشرة على الخلايا السرطانية دون التأثير على الخلايا السليمة المحيطة بها وقد تم اختبارها بنجاح في المعمل ولكن لم تطبق على الإنسان نظرا للقيود ضد التجارب على الإنسان. -تستخدم في صنع بعض المراهم للوقاية من أشعة الشمس فوق البنفسجية UV. حيث أنها تحجب الأشعة كلها وفى نفس الوقت يبقى المرهم شفافا.

الأدوات المصنعة بتكنولوجيا النانو

أن الشركات العاملة في مجال تكنولوجيا النانو يمكن تقسيمها إلى ست فئات هي: -
 - شركات تعمل في مجال المواد النانوية (طرق تصنيع مواد النانو)

- شركات تعمل في مجال المواد النانو حيوية (مثل الجينات وشرائح الحامض النووي) وتهدف لتنمية أهداف دوائية نادرة كإكتشاف المزيد من الأدوية وإنتاجها وطرق التشخيص وطرق العلاج
 - شركات تعمل في مجال برمجة النانو مثل برامج التصميم الإلكتروني للآليات ومحاكاة الجسيمات.
 - شركات تعمل في مجال تجهيز معدات تقنية النانو
 - شركات تعمل في مجال النانوفوتو وتقوم بتطوير أجهزة الاتصال الضوئية ذات الموجات الفرعية متكاملة الطول.
 - شركات تعمل في مجال الإلكترونيات النانو وتعمل على تجميع الأدوات ذات الحجم النانوي وتصنيع أدوات ذات أداء وظيفي فريد.
- خصائص المواد المصنعة بتقنية النانو
- تختلف القواعد المتعارف عليها في الفيزياء والكيمياء في المواد المصنعة بتقنية النانو ولا تنطبق على تلك المواد مثل خصائص اللون والقوة والصلابة والتفاعل ، فمعظم الخصائص الأساسية للمواد كتوصيل الكهرباء والحرارة والصلابة ودرجة الانصهار ترتبط بحجم المادة ، وفي النانو الحجم فائق الصغر، فحجم السلك المصنوع بتقنية النانو لا يتبع بالضرورة قانون أوم الذي يربط بين التيار والجهد والمقاومة الذي بالضرورة يرتبط به السلك ذو الحجم العادي ، ويمكن أن تظهر حجم الاختلاف في خواص المواد المصنوعة بالنانو عن العادية في سببين هما :-
- اختلاف المساحة السطحية لمواد النانو نسبياً عند مقارنتها مع نفس الكتلة المنتجة في قياس أكبر، مما

يجعل المواد أكثر تفاعلاً وتأثيراً على خصائص المادة الكهربائية والبصرية والمغناطيسية وغيرها.

- آثار الكم Quantum يمكن ان تبدأ في الهيمنة على سلوك هذه المادة عند هذا القياس الصغير مما يؤثر على سلوكها البصري والكهربي والمغناطيسي.

إستراتيجية المنتجات المصنعة بتقنية النانو أن الإستراتيجية أو النظرة المستقبلية لإدخال منتجات جديدة مصنعة بتقنية النانو تتطلب فهماً واضحاً لكل منتج موجود بالفعل وفهماً لدور التغييرات المرتبطة بهذه التقنية الجديدة على هذا المنتج، كذلك فان الفهم للأسباب التي تؤدي لنجاح أو فشل منتج يستخدم التقنية يعد امراً ضرورياً وهاماً قبل إجراء أي تغييرات على القاعدة التقنية للمنتج.

والمفتاح الاستراتيجي لتشجيع منتج جديد يعتمد على التقنية هو ان نعرف إذا ما كانت هذه التقنية الجديد ستؤدي إلى إحداث فرصة ولو بسيطة للتحسين الذي يسعى إليه المستخدم.

ويجب أن نأخذ في الاعتبار ان إدخال تقنية جديدة كالنانو في منتج موجود بالفعل تجعل من المنتج الجديد منافساً للمنتج القديم وغيره من المنتجات التي تؤدي نفس الوظيفة ومتوافرة في السوق، لكن يظل هناك عاملان بالنسبة للجمهور لاختيار المنتج وهما الأداء، والتكلفة، بالإضافة إلى عامل آخر فرعي وهو التصميم الجيد، وإلا ستقل فرص نجاح المنتج الجديد للدخول كمنافس في السوق.

أن قضايا التصنيع المحيطة بمنتجات مصنعة بتقنية النانو معقدة بسبب حداثة هذه التقنية، واليوم تقدم تقنية النانو عدداً من التحديات الخطيرة للمنتجات الأخرى في السوق باعتبارها تقنية جديدة ذات صفات ووظائف متميزة بالإضافة

لكونها مازالت في بدايتها، ويجب الأخذ في الاعتبار انه كلما تقدمت تكنولوجيا النانو يمكن ان يتقدم المنتج المصنوع بواسطتها، الأمر الذي يقدم مزيداً من التحسن المطلوب من قبل المستخدم.

تكنولوجيا النانو في المنتجات الرياضية

أن تطبيقات تقنية النانو الحالية في مجال الصناعات الرياضية Sporting Goods يعتمد بشكل عام على إستخدام جسيمات النانو في تقوية بعض الأدوات الرياضية لتصبح خفيفة وقوية، فنحن نعلم أن بعض جسيمات النانو أقوى بمائة مرة من معدن الصلب وأخف منه بست مرات، وفيما يلي سنعطي لمحات سريعة عن هذه المنتجات :

مضارب الهوكي

تستخدم بعض الشركات المختصة في صناعة الأدوات الرياضية مادة الإبوكسي المقوى بأنابيب النانو الكربونية في صناعة مضارب الهوكي Hockey sticks المختلفة ويطلق عليها مضارب النانو Nano-stick وتتميز هذه المضارب بأنها ذات وزن أخف وصلابة أكبر من المضارب التقليدية وكذلك تتميز بمقاومتها الكبيرة للاصطدامات مما يجعلها ذات فعالية عالية .

مضارب البيسبول

تقدم تقنية النانو لمضارب البيسبول Baseball bats تحسين جديد وذلك بإستخدام أنابيب النانو الكربونية في زيادة العمر الافتراضي لهذه المضارب مما يجعلها أكثر كفاءه من المضارب التقليدية، فهذه المضارب توصف بأنها المضارب الأقوى في العالم من حيث قوة منطقة الضرب hitting zone لهذه المضارب، ورغم هذه التطوير المهم جداً ألا أن أسعارها مازالت مرتفعة مقابل المضارب التقليدية.

مضارب وكرات التنس

في أدوات لعبة التنس تم استخدام تقنية النانو في تطوير مضارب وكرات التنس Tennis rackets and balls وذلك بتطوير الأجزاء الأهم في هذه الأدوات وذلك لإنتاج مضارب وكرات عالية الجودة وبأسعار في متناول اليد. ففي مضارب التنس تم استخدام أنابيب النانو الكربونية في أهم الأجزاء المساعدة في دعم مقاومة هذه المضارب للاضطرابات، فمضارب النانو هذه تتميز بأنها ذات خاصية انثناء أقل من التقليدية و ذات وزن خفيف جداً لا يزيد عن 245 grams .

أما كرات التنس والتي تسمى تجارياً Tennis nano-balls فقد تم تطويرها لتصبح ذات عمر افتراضي أطول بمرتين من العمر الافتراضي لكرات التنس التقليدية وهي ذات وزن خفيف جداً حيث تم تصنيع جزئها الداخلي والذي يعمل مستوعباً للهواء "غشاء الضغط" من مركبات البلاستيك المقواة بالنانو طين Nanoclay الذي يتميز بخفة وزنه وقوته الكبيرة.

كرات الجولف

في مجال كرات الغولف Golf balls تم تطوير الكثير من أدوات هذه اللعبة باستخدام تقنية النانو ومن أهم هذه التحسينات هو تصنيع كرات جولف ذات أوزان أخف وذات متانة وقوة أكبر وتتميز بقدرتها الدوران الكامل والمتزن خلال الطيران في الهواء كما تتميز بقدرتها على التحليق باستقامة أكبر من الكرات التقليدية.

الدراجات الهوائية

تعمل شركات إيستون الرياضية وزاي فيكس معاً لوضع أنابيب الكربون النانوية داخاً أجزاء الدراجة، خاصة في مقود الدراجة الهوائية، مما يجعلها أقوى وأصلب وأخف، ولكن عملية تصنيعها صعبة، ومن جهة أخرى فإنها تقلل 15% إلى 20%

من وزن الدراجة وهذا له دور كبير إيجابي في سباق الدراجات الهوائية.

البولينج
تستخدم شركة نانودينيو اليابانية مواد بتقنية النانو تسمى الفلورينات كطلاء فائق الصلابة على كرات البولينج، وتقول الشركة أنه يمنع كسر أو خدش الكرة فتصبح ككرات (polyurethane النموذجية.

الملابس الرياضية

في الحقيقة، ربما تستخدم تقنية النانو لحل واحدة من أقدم المشاكل في الرياضات وهي رائحة معداتها وملابسها . NanoHorizons of State College, Pa, أنها طورت جزيئات نانو الفضة التي يمكن أن تنسج وتتشابك مع القطن والبلاستيك والنايلون ، في الأحذية والبطانات والأنسجة القطنية والخوذات والجوارب وغيرها من أجزاء المستلزمات الرياضية ، فهذا المعدن يقتل البكتريا والميكروبات التي تسبب الرائحة.

يقول بلاكلي (وهو أب للهوكي) " أنا أعلم أن كثير من الأمهات يحبوا رؤية هذه التقنية مدمجة في ملابس الهوكي ."

كرة السلة

يقول اتحاد NBA انه تبني فكرة كرة جديدة في عام 2007 من أجل تحسين الأداء، ويضيف قائلاً " أي تقنية جديدة ستزيد من متعة الجمهور أو تحسين أداء اللاعبين لابد وأن نلقي عليها نظرة قريبة، فإذا كانت تلك التقنية الجديدة بها مصلحتنا فبالأكيد سنعمل بها".

من ناحيتها تفيد شركة SPALDING التي بدأت في تطوير تلك الكرة منذ ثماني سنوات، أن الموديل الجديد من الكرة بالفعل تحسن من أداء اللاعبين، وأن الشركة لها أولويات في الكرات . وبما أن الكرة الجديدة تكلفة إنتاجها أقل بحوالي 5%، فإن الشركة ستستفيد من هذا العامل ومهما كان الذي تشير إليه الفكرة الجديدة، فهي تمثل تكنولوجيا جديدة ومفيدة بالنسبة للرياضة.

المجالات البحثية التي تركز عليها الشبكة القومية للبنية الأساسية لتقنية النانو NNIN وضعت المبادرة الأمريكية لتقنية النانو بالولايات المتحدة خطة تضمنت تسعة تحديات كبرى في مجال تقنية النانو تشتمل على المجالات البحثية التالية: -

- المواد التي تصمم باستخدام تقنية النانو.
 - إلكترونيات النانو
 - الرعاية الصحية المتقدمة
 - كفاءة تحويل وتخزين الطاقة
 - استكشاف صناعات فضائية ميكروسكوبية
 - المجسات النانوية الحيوية للأمراض والتهديدات الحيوية
 - النقل الاقتصادي الآمن
 - الأمن القومي
- وفي ديسمبر عام 2004 حددت الخطة الإستراتيجية المحدثة سبعة مجالات لبرامج تستهدف الاستثمار اعتماداً على تقنية النانو هي: -
- برنامج الظاهرة الأساسية لمقياس النانو وعمليتها.
 - برنامج المواد النانوية.
 - برنامج نظم وأدوات النانو.
 - برنامج تصنيع معدات بواسطة النانو.

- برنامج تسهيلات البحث الرئيسية والحصول على معدات اجتماعية.
- برنامج الأبعاد المجتمعية.
- المجالات البحثية التي يركز عليها الاتحاد الأوربمجال النانو تكنولوجي
- أوروبا تأتي خلف كل من الولايات المتحدة واليابان في مجال النانو تكنولوجي، وتشير الإحصائيات إلى وجود 9% فقط من براءات الاختراع مقارنة 57% للولايات المتحدة، 22% لليابان، والمجالات البحثية الرئيسية التي يركز عليها الاتحاد الأوروبي هي: -
- السيطرة على عمليات البحث وتطوير الأدوات، بما في ذلك التجميع الذاتي والآليات والمحركات الجزيئية الحيوية.
- النشاط في مجال التفاعل بين النظم البيولوجية وغير البيولوجية
- الهندسة النانومترية الحجم لتصنيع المواد والمكونات، بما في ذلك التصنيع من أدوات لاستخدامها على مستوى الذرات والجزيئات
- الدعم الهندسي للمواد التي تؤدي إلى تطوير مواد جديدة التصميم.
- عمليات جديدة ومرنة وذكية لنظم التصنيع تركز على تكنولوجيا المواد النانوية.
- تجويد دورة حياة المنتجات الصناعية والخدمات والنظم.
- دمج التكنولوجيا النانوية لتحسين الوضع الأمني ونوعية الحياة، ولا سيما في مجالات الرعاية الصحية، والرصد البيئي.

هل تقنية النانو مبالغ فيها؟

يذكر لين فوستر " نحن نعرف طعم النجاح، ولكننا لا نراه " وكذلك الحال مع تكنولوجيا النانو فنحن لا نراها ولكننا نلمس ما تقدمه لنا، فتقنية النانو ليست موضة ولكنها اتجاه يتم تطبيقه ليس بدافع الخوف من التخلف عن الآخرين، ولكن سعياً إلى تلبية احتياجات طالما أردناها وشعرنا بصعوبة الوصول إليها.

فشجرة النانو التي غرسها ريتشارد فينمان سرعان ما نمت فروعها وامتدت لكل الصناعات سعياً للتفوق ولتحقيق المكاسب والاحتياجات، والفكرة هنا ان التركيز على تطبيقات النانو واستخداماتها الملموسة أجدي كثيراً من التركيز على النانو كتقنية، فالذين سيطبقون تكنولوجيا النانو كالشركات والذين سيستخدمونها من الأفراد سيحققون المكاسب والفوائد أكثر من هؤلاء الذين تمكنوا منها وقدموها لنا.

وتكنولوجيا النانو هي فرع من البحوث التي قد اكتسبت زخماً كبيراً في السنوات الأخيرة بسبب تطبيقاتها الواسعة على العديد من المنتجات، حيث تطبق بحوث التكنولوجيا النانوية على مجالات مثل الوقاية من الأمراض والعلاج في الدول المتقدمة، وتحسين الأجهزة الالكترونية، بل أن تكنولوجيا النانو وجدت تطبيقاتها في مجال الألعاب الرياضية أيضاً، حيث أثبتت أنها مفيدة جداً على نطاق واسع، ولديها القدرة على تحسين جوانب متعددة في عالم الرياضة.

وتعد تكنولوجيا النانو أهم اكتشافات العصر الحديث مثلما كان الحال مع تكنولوجيا الصعود للفضاء وشبكات الانترنت قبلها، وهي تجذب انتباه الجميع سواء كانوا اختصاصيين أو غير اختصاصيين، كما أنها في غاية الأهمية للمستثمرين إذ ان ظهور تكنولوجيا جديدة يصحبه في العادة ظهور منتجات جديدة وطرق جديدة لتمويل عملية تصنيع المنتجات المربحة،

مما دفع المنتجين والسياسيين للاهتمام الكبير بهذه التكنولوجيا الحديثة.

والسؤال الذي يتداول باستمرار هو ما الفائدة التي يمكن ان تعود على الإنسان من تطبيق تكنولوجيا النانو؟ إن الاجابة عن هذا السؤال تكمن في أن الأجسام الدقيقة –كالذرات مثلاً – تتمتع بخصائص عندما تكون مفردة تختلف عن خصائصها عندما تتحد مكونه أجسام أكبر، فمثلاً الجسيمات التي تكوّن المادة ليس لها تأثير كبير على البيئة المحيطة بها إذ ان كل شيء يكون غاية في الصغر وبالتالي ليس له كتلة، إلا ان هذه الأجسام إذا اتحدت معا مكونة أجسام أكبر ظهرت الخواص والوظائف الفريدة التي تتمتع بها.

ولمزيد من التوضيح تخيل نفسك تجلس وحيدا في ملعب كرة قدم يسم 70,000 شخص وتخيل ان تصرخ بأعلى صوت أو تنطلق جرياً صاعداً وهابطاً المدرجات، هل يمكن ان يؤثر ذلك على الإستاد؟ هل يمكن ان تؤثر حرارة جسدك أو موجات صوتك على شيء مما يحيط بك؟ والآن تخيل أنك تجلس وسط المشجعين وأن صوتك وحرارة جسدك يتحدان مع صوت وحرارة جسد 70.00 ألف مشجع، هل سيحدث ذلك فرق، أنها نفس الفكرة بين الجسيمات والذرات أيضاً، ففي عالم النانو قد تجد الجسيمات متلاصقة أو منفصلة كلية، ولكل خصائصه ووظائفه، فالتلاصق يزيد من الكتلة والكتلة تتأثر بالجاذبية، بينما وجود الجسيمات منفصلة يجعلها تكاد تكون بلا كتلة وبالتالي لا تؤثر فيها الجاذبية بشكل كبير.

ونظراً لأهمية تكنولوجيا النانو فقد احتلت برامجها مكانة بالغة في الدول الغربية والولايات المتحدة، ويعتبر برنامج أبحاث تكنولوجيا النانو الذي أعلنته الإدارة الأمريكية واحداً من أكبر هذه البرامج على مستوي العالم في مجالات الطب

والبيئة والعلوم والرياضة وغيرها، وظهرت مؤخراً اللجنة الدولية لتكنولوجيا النانو بهدف توحيد الجهود العلمية في هذا المجال الخطير والهام، وتقييم المخاطر المرتبطة بهذه التكنولوجيا الحديثة، ومحاولة الاستفادة القصوى منها. يذكر لين فوستر Lynn Foster (2009) انه تم اقتراح المبادرة الوطنية الأمريكية لتقنية النانو (NNI) عام 2000م لتحقيق القدرة على فهم المادة والتحكم فيها، مع النظر في أن يكون هذا التقدم لصالح المجتمع، تم تمرير قانون تقنية النانو في مجلس الكونجرس الأمريكي حيث تمت الموافقة عليه واعتماده بالقرار الجمهوري رقم 153-108 في ديسمبر 2003 هو إعطاء دفعة قوية لأبحاث تقنية النانو وتنظيمها باعتبارها من اشد التخصصات أهمية للمستقبل وأكثرها قدرة على تغيير الحياة.

استخدامات تكنولوجيا النانو في المجال الرياضي

يعد المجال الرياضي من أحدث المجالات التي استخدمت فيها تكنولوجيا النانو ، ففي حين توصلت تكنولوجيا النانو في مجال الطب إلى تطوير تقنيات متقدمة لعلاج الإصابات الشديدة وبخاصة الكسور (أمكن تصنيع مركبات النانو الشبيهة بالكولاجين من البيبتيدات القصيرة) لتحفيز قدرة العظام على الشفاء ووقايتها من التعرض لمزيد من المضاعفات ، كذلك تمكنت تكنولوجيا النانو من تقديم إسهاماتها في مجال حماية البيئة من التلوث بإنتاج مصادر طاقة نظيفة واستغلال الطاقة بشكل امثل وإنتاج الماء النقي الخالي من التلوث ، وهناك مجالات أخرى عديدة تساهم فيها تكنولوجيا النانو .

الإسهامات في المجال الرياضي مازالت قليلة ولم تخضع لدراسات بحثية كافية في العالم أجمع وخاصة في الوطن

العربي، وقد تركزت إسهامات تقنية النانو في المجال الرياضي في تصنيع أدوات وملابس رياضية بتقنية النانو، ولا تكاد توجد شركات أو مؤسسات تعمل في تكنولوجيا النانو وأثرها واستخدماتها في المجال الرياضي في منطقتنا العربية، وتعد شركة ويلسون الأمريكية ومقرها الرئيسي شيكاغو Wilson، وشركة أديداس الألمانية Adiddas، هما الرائدتان في مجال الملابس والأدوات الرياضية المصنعة بتقنية النانو في العالم.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية وحدها أكثر من خمس وثلاثون شركة تعمل منذ عام 2001 في منتجات يدخل في صناعاتها تكنولوجيا النانو وحققت أرباح 26.5 مليار دولار حتي عام 2004 حسب إحصائيات المؤسسات البحثية ، وفي ألمانيا تقوم شركة ASML بالاشتراك مع شركة IBM للإلكترونيات بتأسيس مركز أبحاث بأجمالي 400 مليون دولار ، وفي عام 2004 بدأت شركات Philips, Nokia , Ericsson , IBM, AMD، في أوروبا في توجيه مبلغ ستة مليارات دولار للانتقال من مرحلة العمل بتكنولوجيا الاليكترونات بمقياس الميكرون إلى العمل بمقياس النانو، وفي عام 2005 أعلنت كندا أنها ستستثمر 5.5 مليون دولار على الأبحاث المشتركة مع الهند لتطوير تكنولوجيا النانو ، وفي عام 2000 أعلنت 25 دولة من الاتحاد الأوروبي دعم تطوير تكنولوجيا النانو.

يري سونجا نيربرج Sonja Nyberg (2004) أن العلماء يبحثون دائما عن طرق جديدة ومبتكرة لتحسين المنتجات الحالية، والمعدات الرياضية ليست استثناء، فقد وجد العلماء في العديد من تطبيقات تكنولوجيا النانو القدرة على تحسين التكنولوجيا الرياضية الحالية، وتتراوح هذه التحسينات بين صناعة مادة أقوى وأصف وزنا للأدوات الرياضية، أو للتخلص

من الرائحة المرتبطة عادة باتساح الملابس الرياضية بعد أن تكون قد استخدمت، أو غيرها من الأساليب.

عملت تقنية النانو في المجال الرياضي على التصدي لواحدة من أكبر المشاكل والأكثر انتشاراً في عالم الرياضة وهي الرائحة الكريهة لصالات الألعاب الرياضية المغلقة ، ولأدوات الرياضية بعد استخدامها ، الملابس والمعدات الرياضية واحداً من الأماكن المناسبة للبكتيريا والفطريات التي تسبب ، العدوى ، الرائحة الكريهة ، القروح ، الحكة ، ولم يكن بالاستطاعة السيطرة على هذه البكتيريا و الفطريات إلا بفضل

تكنولوجيا النانو ، فقد قامت NanoHorizons of State College ، Pennsylvania باستخدام تقنية النانو لدمج جسيمات نانو فضية مع القطن ، البلاستيك ، النايلون ، في الأحذية ، ومنصات البدء ، الملابس ، الخوذات ، الجوارب ، وكل قطعة من المعدات الرياضية ، جسيمات النانو الفضية تؤثر على نظام الأيض القاعدي للبكتيريا والفطريات ، وتؤثر في غشاء الخلية ، وتعيق عمليات التنفس ، وتوقف النمو ، الأمر الذي يؤدي لقتلها ، ونحصل على رائحة أفضل ونظافة أكثر للملابس والمعدات الرياضية

تذكر الشبكة الأوروبية لتقنية النانو في عالم الرياضة التنافسية حتى أقل قدر من التغييرات في المعدات يمكن أن يجعل جميع الفرق بين الفوز والخسارة. يقول سونجا أن لعبة التنس هي مثال ساطع على كيف كان لاستخدام تكنولوجيا النانو تأثيرات مذهلة على المعدات الرياضية، فالمعدات المنتجة من شركة ويلسون كانت قادرة على إنتاج مضارب التنس أكثر استقراراً مرتين من المضارب التقليدية، وأكثر قوة بمعدل 22 %.

ويرى المختصون بالصحة الرياضية ان أشد ما يضر بعظام ومفاصل لاعبي كرة المضرب هو الزخم الذي تضرب به الكرة على المضرب والاهتزاز الذي تتسبب به لذراع اللاعب، ولهذا يركز منتجو الأدوات الرياضية، وصناع المضارب خصوصاً، على تطوير تقنية هذه الصناعة بما يجنب اللاعب هذه الاهتزازات ويحسن أدائه ونتائجه في ذات الوقت.

أن تأثير تكنولوجيا النانو على مستوى القدرة التنافسية للرياضية في الوقت الحاضر أصبح أكثر وضوحاً من أي وقت مضى ، فالسباح الأميركي مايكل فيلبس كان قادراً على الحصول على ثماني ميداليات ذهبية و تحطيم سبعة أرقام قياسية عالمية في نفس الوقت ، لقد كان واحداً من 25 رياضي استطاعوا كسر الأرقام القياسية العالمية في هذه الألعاب الأولمبية ، انه من المؤكد أن السباحين كانوا على مستوى عال من الموهبة والتدريب الشاق والمثابرة، ولكن لا يوجد أدنى شك في تأثير الملابس والأدوات الرياضية العالية التكنولوجيا على كسر الأرقام القياسية العالمية في هذه السباقات ، فتكنولوجيا النانو سمحت للعلماء بتصنيع ملابس سباحة جديدة وخفيفة الوزن صدت من الاحتكاك ومكنت السباحين من الزلقة (الانسياب بخفة) على الماء ، في الواقع لقد أظهرت التجارب أن المطورين قد تمكنوا من الحد من المياه التي تمتصها الأقمشة الجديدة لملابس السباحة إلى 2٪ فقط من وزن النسيج مقارنة بنسبة امتصاص 50 ٪ في أقمشة الملابس السابقة .

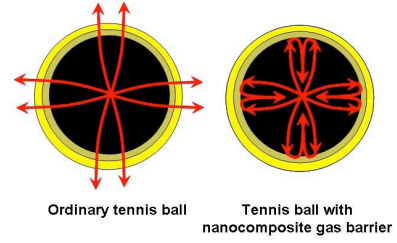
النانو تكنولوجي في مضارب التنس

ظهرت أولي مشاركات تكنولوجيا النانو في المجال الرياضي عام 2002 عندما قامت إحدى شركات مضارب التنس وهي شركة بابولات Babolat بعرض مضرب التنس المصنوع بتقنية

النانو وأعلنت الشركة أنها قامت بصنع المضرب من الكربون والجرافيت مما جعل المضرب غاية في خفة الوزن إلا أنه كان أقوى من الصلب بمرات.

وفي عام 2004 عندما استعانت احدى الشركات الرياضية بتكنولوجيا النانو لتصميم رموس جديدة لمضارب الجولف تتميز بالقوة وخفة الوزن وقدرتها علي تسديد ضربات سريعة تصل إلى 2 ميل في الساعة وبدقة متناهية , كذلك نجحت بعض الشركات في إنتاج كرات جولف عالية الأداء يحتوي سطحها على تجاويف اكبر من تجاويف الكرات العادية ولكنها اقل عمقاً بنسبة 50% وذلك كي يتيسر للاعب رفعها في ثبات , واتجهت صناعات الأدوات الرياضية بتقنية النانو نحو صنابير الصيد ومضارب التنس تحقيقاً لمزيد من القوة والمرونة , ومازالت شركات تصنيع الأدوات الرياضية تبحث عن طرق لتطوير مستوي أداء أدواتها , ومن المتوقع أن تكون تكنولوجيا النانو هي المستقبل في صناعة الدرجات الرياضية وأدوات البيسبول والتزلج وغالبية الأدوات الرياضية .

وقد سعت شركة ويلسون لإجراء البحوث لإيجاد طرق مبتكرة لتحسين كرات التنس المستخدمة اليوم, وقد مكنتهم هذه البحوث من تصميم الكرات التي ترتد أطول بكثير مما نراه حالياً في الكرات المتاحة في السوق, والسبب هو التعديل الذي تم على الطبقة الداخلية للكرة والذي جعلها أكثر أحكاماً على الغاز الموجود بداخلها ولكنها أكثر مرونة في نفس الوقت وشكل رقم (٦) يوضح الفرق بين كرة التنس المصنوعة بتقنية النانو والكرة العادية.



شكل (1)

على اليسار الكرة العادية وعلى اليمين كرة التنس المصنعة بتقنية النانو

الخلفية التقنية: لماذا النانو في مضارب التنس؟

- المضارب الحديثة مصنوعة-أساساً من ألياف الكربون (carbon fibres) مدموجة في مصفوفة راتنجية (epoxy resin) لتوفير خفة الوزن وقوة التحمل. مثلاً دراسة أظهرت أن إطار المضرب يتكوّن من ألياف كربون عالية المتانة في مصفوفة راتنجية .
- لكن توجد «مناطق غنية بالراتنج (resin-rich regions)» ضمن الإطار، وخصوصاً عند منطقة تقاطع الرأس بالمقبض، وهي نقطة ضعف محتملة أثناء الاستخدام
- تكنولوجيا النانو تُمكن من إدخال مواد أو جسيمات نانوية (مثل الصفائح النانوية الجرافينية graphene nanoplatelets أو أنابيب الكربون النانوية CNTs) داخل تلك المصفوفة أو في المناطق الضعيفة لتحسين الخواص الميكانيكية (مثل الصلابة stiffness، المتانة Toughness، امتصاص الاهتزازات Vibration damping) من دون زيادة كبيرة في الوزن
- مثال: المضرب HEAD YouTek Graphene تم تحليله ميكروسكوبياً فتبيّن وجود جسيمات نانوية ضمن الراتنج عند منطقة اتصال المقبض بالرأس

- كذلك، تكنولوجيا مثل Wilson K factor استخدمت سيليكا نانوية (Silicon dioxide Crystals) أو ارتباطها بألياف الكربون لزيادة قوة الهيكل
- بالتالي، الهدف الأساسي من تطبيق النانو في مضارب التنس : خفة وزن + زيادة قوة + تحسين الاستجابة + تقليل الاهتزازات، مما يعطي اللاعب ميزة أفضل في التحكم، السرعة، وضربة الكرة.

المواد النانوية المُستعملة والمواقع في المضرب

أنواع المواد النانوية

- جرافين / صفائح جرافين (graphene nanoplatelets): صفائح كربونية بسُمك نانومتري تُدقج ضمن المصفوفة لتحسين الخواص الميكانيكية. في دراسة “The microstructure of a graphene-reinforced tennis racquet” تبين أن الجسيمات المستخدمة غالباً هي «صفائح جرافيت (graphite nanoplatelets)» هي بقطر ~5 ميكرومتر وسُمك ~6-8 نانومتر .
- أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes, CNTs): أسطوانات كربونية نانوية تُدمج لتقوية المصفوفة وتحسين نقل القوة. مثال: مقالة تجارية تشرح “Use of Carbon Nanotubes in Tennis Rackets”.
- جسيمات أخرى نانوية مثل SiO_2 أو SiC أو مواد خزفية نانوية : استخدمتها شركات مثل Wilson لزيادة الكثافة والقوة .

مواقع التطبيق داخل المضرب

- الإطار الأساسي (Frame): يُدمج داخل الإطار أو الهيكل الخارجي للمضرب، في الأجزاء التي تتحمل الضربة والشد.

- المقابض أو منطقة التقاطع الرأس-مقبض :كما في دراسة الجرافين، المنطقة التي تربط الرأس بالمقبض هي نقطة ضعف، لذا ألحقت بها النانو-جسيمات .
- ألياف الكربون في المصفوفة البوليمرية :حيث تُضاف الجسيمات النانوية لتعزيز الربط (interfacial bonding) بين الألياف والراتنج، مما يقلل من التفكك أو التشقق تحت الإجهاد.
- سطح المضرب أو السدّة (String bed) أحياناً :هناك أبحاث عن سلاسل المضرب أو أسطحها التي تُعزّز بمادة نانوية لتحسين امتصاص الاهتزاز أو ردّ الكرة. (مثال نانوفير لراكات الريشة لكن مبدأ مشابه) التأثيرات التقنية على أداء المضرب خفة الوزن وزيادة نسبة القوة إلى الوزن
- باستخدام النانو، يمكن أن نحصل على مضرب أقل وزناً بنفس القوة أو أقوى من مضرب تقليدي.
- مثال: وثيقة من NNIN تشرح مضرب Head Nano Ti: «المادة النانوية مدقجة مع جزيئات الإطار لتوفير إطار أقوى، أكثر استقراراً، وأكثر صلابة، مما يعيد طاقة الضربة إلى الكرة بدلاً من امتصاصها
- هذا يُترجم في ممارسات: مضرب أسرع حركة، رأس أكثر سرعة (head speed) ، مما يتيح ضربة الكرة بقوة أكبر. تحسين الصلابة (Stiffness) والردّ (Rebound)
- عندما يكون الإطار أكثر صلابة، يمتص طاقة أقل من الضربة ويعيدها إلى الكرة، مما يزيد من سرعة ارتداد الكرة. الوثيقة السابقة تشرح: «مع صلابة أكبر، يتم امتصاص طاقة أقل من المضرب ويُعاد قدر أكبر إلى الكرة

- في البحث «Effects of Nanotechnology ... on Some Bio-Kinematic Variables» تبين أن مضارب النانو أثرت على متغيرات حركية بيومترية) مثل سرعة ارتداد الكرة (horizontal/vertical velocity) عند اللاعبين . تحسين المتانة ومقاومة التشقق / التعب
- إدخال الجسيمات النانوية يعزز الربط بين المصفوفة والليف الكربوني، يقلل من انتشار الشقوق الصغيرة وزيادة عمر المضرب تحت الاستخدام المتكرر). مثلاً
“The Role of Nanotechnology in Enhancing the Mechanical Properties of Composite Materials”).
- في البحث الجرافيني، وُجد أن تلك الجسيمات وُضعت في المناطق ذات الراتنج الزائد (resin-rich) التي هي عرضة للضعف، ما يشير إلى أن التصميم استهدف تحسين هذه النقاط الضعيفة . تقليل الاهتزازات وتحسين راحة اللاعب
- بعض المواد النانوية تساهم في تخميد الاهتزازات (vibration damping)، ما يُقلل من تأثير الضربة على ذراع اللاعب (خاصة في الاستخدام المتكرر) ويُحسن الإحساس بالضربة.
- مثال ضمن الوثيقة Head Nano Ti: تقنية «DAMP Plus» (رغم أنها ليست نانوية بحتة، لكنها ضمن نفس الإطار) تهدف لعزل اهتزازات التأثير من المقبض .
- إمكانيات التصميم المخصّص (Customization) باستخدام النانو يمكن تعديل توزيع الجسيمات أو نوعها لتلائم أسلوب لاعب معين) قوة vs تحكم .(على سبيل المثال، مقالة “Use of Carbon Nanotubes ...” تشير

إلى أن توزيع CNTs يُمكن أن يُخصص صلابة، وزن المضرب، وتوزيع الكتلة .

المزايا والقيود في سياق مضارب التنس

المزايا

- أداء أعلى: سرعة ضربة أكبر، وزمن استجابة أقل.
- وزن أخف مع قوة مساوية أو أعلى.
- متانة محسّنة: عمر أطول للمضرب تحت الاستخدام.
- تحسين راحة اللاعب وتقليل التأثيرات الضارة مثل الاهتزازات أو إجهاد الذراع.
- إمكان تصميم مخصص: لكل لاعب أسلوبه (هجوم، دفاع، تحكم) يمكن تعديل خصائص الإطار.

القيود والتحديات

- التكلفة :المواد النانوية والتصنيع المعقّد تزيد من تكلفة المضرب.
- تصنيع موثوق :توزيع الجسيمات النانوية يجب أن يكون منتظماً، وإلا قد تحدث نقاط ضعف أو صدع مبكر.
- التحقق من الأداء الحقيقي تحت ظروف اللعب :بعض الدراسات مخبرية، وقد تختلف النتائج على الملعب الحقيقي.
- سلامة المواد :هناك سؤال حول كيف تؤثر المواد النانوية (خاصة إذا تعرضت للتشقق أو للكسر) على البيئة والمستخدمين — رغم أن في حالة المضرب ربما المخاطر منخفضة، لكن ينبغي مراقبة.
- قوانين المنافسة والاعتماد :يجب أن تكون المضارب معتمدة من الهيئات مثل International Tennis Federation (ITF) وتوفي بالمعايير. الدراسة المصرية ذكرت «اعتمدها .ITF الخلفية التقنية

النانو تكنولوجيا في مضارب الهوكي

المضارب الحديثة لهوكي الحقل انتقلت من الخشب التقليدي إلى المواد المركبة عالية الأداء (composites) مثل ألياف الكربون، الأراميد، الألياف الزجاجية. لكن الآن، مع ظهور تقنية النانو، بدأ تصنيع المضارب يتضمن إضافات نانوية (مثل صفائح الجرافين، أنابيب الكربون النانوية) لتحسين الخواص الميكانيكية: خفة الوزن، صلابة أعلى، امتصاص صدمات أفضل، نقل طاقة أفضل من المقبض إلى الكرة. مثلاً، أعلنت شركة Grays بالتعاون مع XG Sciences, Inc. استخدام صفائح جرافين داخل مضاربها لتعزيز الأداء. أي أن التقنية النانوية تُستخدم ليس فقط لتسويق “مضرب نانو”، بل فعلياً لتعديل بنية المضرب على مستوى المصفوفة البوليمرية أو الألياف لتعزيز الأداء.

المواد النانوية والتقنيات المُستخدمة

جرافين (Graphene Nanoplatelets)

- جرافين هي طبقة واحدة من ذرات الكربون المرتبة في مصفوفة سداسية، وتتميز بأنها أخف من الفولاذ وقوياً جداً.

- عند دمجها داخل مركب المضرب، تُحسن نقل الطاقة من ضرب اللاعب إلى الكرة (أقل فقد للطاقة)، وتقلل الاهتزازات المرتدة. مثال With a graphene-enhanced field hockey stick ... energy is more efficiently transferred, and more shock is absorbed.”

التقنية المعمارية / (Spread-Tow Carbon) تقليل الفراغات الداخلية

- مثال آخر: المضرب adidas Kromaskin استخدم carbon fibre spread tow technology ... ultra-thin carbon

tapes ... woven into tightly packed uniform fibres that reduce voids and carbon defects.”

• الفكرة هنا أن التقنية النانوية لا تتوقف عند إضافة جسيمات، بل تشمل تصميم البنية الداخلية للمضرب بحيث تقل الفراغات (voids) والمناطق الضعيفة، مما يعزز الصلابة والأداء.

المواد النانوية/العضوية الأخرى

• وثيقة “Professional Guidelines” تشرح أن “Composite materials with carbon nanotubes (CNT) ... by chemically cross linking carbon nanotubes in a carbon fibre matrix stiffness and impact strength can be significantly increased ... increases the impact strength ... in the shown hockey stick by 60-70%.”

• أي أن أنابيب الكربون النانوية تُستخدم كمقوّمين (reinforcements) داخل مركبات المضرب لتحسين المتانة ومقاومة الصدمات.

مكوّنات المضرب وتأثير النانو فيها

العمود (Shaft)

• يكون عادة مزيجاً من ألياف الكربون، أراميد، ألياف زجاجية. لكن عند استخدام نانو-إضافات، يصبح العمود أخف وزناً، أكثر صلابة، وقادراً على نقل الطاقة بفعالية أكبر.

• على سبيل المثال، وجود طبقة خارجية من الكربون المُحوّلة بنانو تمنح شعور “ضربة قوية” وتحكّم أعلى الرأس أو النصل (Head / Blade)

- عند دمج المواد النانوية في الرأس، يمكن تحقيق تأثيرين: زيادة سرعة الكرة عند الضربة (إعادة طاقة أعلى) وتحسين السيطرة (less vibration, better feel). كما أدّت تدخلات الجرافين إلى “exceptional

feel, power and playability

- شكل الرأس (bow) وتوزيع المواد الداخلية مهم أيضاً لضبط “kick point” أو نقطة الانطلاق. التقنية النانوية تساعد في تصميم أكثر دقة لهذا التوزيع.

التوازن والوزن (Weight & Balance)

- باستخدام مواد نانوية وألياف عالية الأداء، يمكن خفض وزن المضرب مع الحفاظ أو حتى تحسين الأداء، مما يمنح اللاعب سرعة أكبر ومناورة أسهل.
- في الوثائق المتخصصة: مضرب “Expert Korok” بـ 95% كربون تقريباً ووزنه ~550 غرام تم توصيفه ضمن تصميمات متقدمة .

الأداء الفعلي والتأثير على اللاعب

- عندما يُدمج الجرافين في مضرب هوكي، فإن نتيجته العملية هي أن عدد من اللاعبين لاحظوا “better all-around performance” — ليس فقط ضربة أقوى، بل تحكماً أفضل في الكرة وارتداد أقل للفكرة .
- من الوثائق “energy is more efficiently transferred, and more shock is absorbed giving the player a better feel and response.” :
- هذا يعني أن اللاعب سيشعر بأن المضرب “يردّ” أكثر إلى الكرة بدلاً من أن يمتص الطاقة، ما يؤدي إلى ضربات أسرع أو أرحب انطلاقة.

الفوائد من استخدام تكنولوجيا النانو في مضارب الهوكي

- نقل قوة أفضل :إضافة النانو تقلّل الفاقد من الطاقة ما بين اليد والكرة.
- تحكّم أعلى :بسبب تقليل الاهتزازات وإحساس أكثر لردّ الكرة.
- خفة الوزن :مواد النانو/الألياف المتطورة تسمح بتقليل الكتلة دون التضحية بالأداء.
- تحمّل وتحسين المتانة :تقليل التشقّقات أو العيوب الداخلية بالرغم من الضربات أو الاصطدامات المتكرّرة.
- ثبات أكبر في جودة القطع :التصميم الدقيق والمواد تجعل أداء المضرب أكثر اتساقاً بين القطع المختلفة. التحديات والقيود
- التكلفة :مضارب النانو ذات التقنيات العالية تكون مكلفة.
- التحكّم والمستوى المناسب :بعض اللاعبين (خصوصاً الهواة) قد يجدون أن مضرباً “قوياً جداً” صعب في التحكم. من الذين استخدموا مضرب كربون عالي لاحظوا أنه أقل تسامحاً عند استلام الكرة
- مصاعب الصيانة وإعادة الاستخدام :درجات الكربون النانوية عالية قد تكون أكثر هشاشة أو أقل مرونة في بعض الحالات (كما يعبر مستخدمون في منتديات الهوكي) .
- إعلان تسويقي مبالغ :هناك ملاحظات أن بعض الشركات تركز على “كربون” أو “نانو” كدعاية أكثر مما يكون فعلياً فرقاً ملموساً

النانو تكنولوجيا في مضارب البيسبول

الخلفية التقنية

بدأت مضارب البيسبول تقليدياً من الخشب (مثل القيقب Maple أو البلوط Ash) ومع التقدم، تحولت إلى سبائك الألومنيوم، ثم مركبات كربونية (composite) لتخفيف الوزن وزيادة الأداء. لكن هذه التطورات واجهت تحديات مثل: تآكل الجدار، تشققات، وزن أكبر من المثالي، أو فقدان الطاقة بأنماط غير مرغوبة. عندها ظهرت تقنية النانو كمكمل لهذه المراحل: عبر إدراج مواد نانوية أو بنى دقيقة داخل المضرب لتعزيز المتانة، نقل الطاقة، وتقليل الخسائر.

على سبيل المثال، شركة Easton تعاونت مع Zyvex Corp. لتطوير مضارب "Stealth CNT" التي تحتوي أنابيب كربون نانوية ضمن الراتنج لتحسين القوة والمتانة أيضاً براءة اختراع تظهر تطبيق "metals and alloys fused with nanostructured materials" لمضارب البيسبول. إذًا، مضرب نانو هو الجيل التالي — يجمع بين خفة الوزن، قوة أعلى، نقل أفضل للطاقة، وتحسن في المتانة.

المواد والتقنيات النانوية المستخدمة أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes, CNTs) في الراتنج أو في البنى الداخلية للمضرب تُضاف أنابيب كربونية نانوية لملء الفراغات الدقيقة بين الألياف الكربونية. وفق تقرير:

"The weakest areas in a traditional carbon fiber bat are the tiny spaces between the fibers that contain only resin. ... carbon nanotube technology ... dispersed throughout the resin making it tougher and

stronger.”

باستخدام CNTs ، يتم تحسين القوة الشدية، تحسين مقاومة التشقق، وقدرة المضرب على تحمل ضربات عالية السرعة.

سبائك معدنية نانوية أو طلاءات معدنية نانوية

براءة اختراع US7837579B2 / US20110036724A1 تصف

مضارب تكون سطحها الخارجي أو الداخلي مطلياً بمعدن بنية

نانوية) مثل (Ni, Ni-Fe, Co-P) بسبك صغير جداً (مثلاً من

0.0005" إلى 0.020") لتحسين متانة المضرب، توسيع منطقة

“sweet spot” وتحسين شعور اللاعبين .

هذا النوع من المعالجة يُعطي مضرباً أكثر قدرة على تحمل

الصدّات، أقل تشوّهاً، ويوفّر أداء موثوقاً لفترة أطول.

تصميم البنية الداخلية والمصفوفة (Nanocomposites)

في الورقة “Nanostructured Polymeric Composites for

High Performance Applications” تم دراسة استخدام CNTs

ضمن مصفوفة بوليمرية لتحسين مقاومة التمزّق والهشاشة

في تطبيقات مثل مضارب البيسبول . أي أن التقنية لا تقتصر

على إضافة مادة نانوية، بل تشمل تصميم المصفوفة، توزيع

الجسيمات، معالجة التصليب، لتحقيق أقصى استفادة.

المكونات التصميمية للمضرب والنانو فيها

العمود (Shaft)

المضرب المزود بتقنيات النانو غالباً يحتوي على عمود

مصنوع من ألياف كربون عالية الأداء أو سبائك معدنية

نانوية، مع تعزيز CNT أو طلاء معدني نانوي. النتيجة: وزن

أخف، شعور أسرع، استجابة أفضل عند الضربة.

البرميل / (Barrel) الجزء الذي يلتقي الكرة

هذا الجزء هو مهم، فالتقنيات النانوية تُستخدم لتقليل

تشوه الجدار عند الضربة، توسيع منطقة التصادم الفعالة

(the sweet spot)، وتحسين نقل الطاقة إلى الكرة. براءة الاختراع تشير إلى نتائج تقول إن

“durability of the enhanced sports bats ... are about four times that of commercial high-end sports bats.”

أي أن المضرب النانوي يمكن أن يتحمل عدداً أكبر من ضربات عالية الطاقة قبل أن يفقد خصائصه.

المقبض/الكيوب (Knob) والاهتزاز

بإضافة مواد نانوية داخل المقبض أو استخدام مكونات “vibration damping” مدعومة بنانو، يمكن تقليل الاهتزازات المرتدة إلى يد اللاعب وتحسين الشعور. فعند الاستخدام المكثف، السيطرة على الاهتزاز تقلل من الإرهاق وتحسن الأداء عبر اللعبة.

4. أداء المضرب النانوي وتأثيره على اللاعب

- يُوفّر مضرب النانو نقل طاقة أعلى: يعني أن الطاقة الناتجة عن ضرب الكرة تنتقل بكفاءة أكبر وليس بمقدار كبير تمتص داخلياً. مثلاً، Easton قالوا، “stronger, lighter and better-performing bats” باستخدام

CNT

- تحسين الثبات والاستجابة: بفضل تقليل التشويه الداخلي، يكون الشعور بالمضرب أكثر تحكماً وإحساساً أفضل عند الالتقاء بالكرة.
- تحسين متانة المضرب: النتائج في براءة الاختراع تقول إن مضارب النانوي تجاوزت اختبارات تحمل ضربات عالية السرعة بثبات أكبر من مضارب تقليدية

- زيادة منطقة الـ “sweet spot” وتحسين أداء اللاعب من حيث المسافة أو القوة أو الدقة. تقرير Design News قال إن CNT ساعدت في توسيع هذه المنطقة .
الفوائد التقنية والتطبيقية
- خفة الوزن مع أداء أعلى :تقنيات النانو تسمح باستخدام مواد أخف دون التضحية بالقوى المطلوبة.
- تحسين قوة الضربة :البطولات والمستوى الاحترافي يرگز على “pop” أو رجة الكرة، ومضرب النانو يعطي ميزة في ذلك.
- تحسّن شعور اللاعب وتحكّمه :تقليل الاهتزازات والشعور “بترد” الكرة يعطي ثقة أكبر.
- تحمّل طويل الأمد :أقل احتمالاً للتلف أو الكسر بسبب توزيع الطاقة وتحسين البنية.
- ابتكار تصميمي :بفضل المواد النانوية، يمكن تصنيع مضارب بتوازن مختلف، توازن أعلى، أو شعور مخصّص للاعب ما.
- التحديات والقيود
- التكلفة المرتفعة :المواد النانوية ومعالجة النانو مكلفة، مما يزيد سعر المضرب.
- القيود التنظيمية :بعض الجماعات الرياضية قد تحظر أو تقنن استخدام المضارب التي تمنح ميزة تقنية كبيرة.
- توزيع النانو داخل المضرب :لتحقيق الأداء المطلوب، يجب أن تكون الجسيمات النانوية موزّعة بدقة داخل المصفوفة، وأي عيب صغير قد يُضعف المضرب.
- التأثير طويل المدى/الأمان :بعض المواد النانوية قد تحتاج مزيد دراسة (مثل تأثير الاهتزاز الطويل أو تغيّر الخواص مع الزمن).

- المستوى المناسب للاعب :إذا كان اللاعب هاوٍ، قد لا يلاحظ فرق كبير مقارنة بالكلفة الإضافية.

النانو تكنولوجيا في الأحذية الرياضية

كما في السباحة، فإن إبطال سباقات الجري وخاصة القصيرة منها أصبحوا مجهزين بملابس وأحذية جري مصنعة وفق أحدث الطرق التكنولوجية (النانو)، الأمر الذي مكنهم من الجري بانسيابية أكثر وبأقل مقاومة للهواء على جسم الرياضي مما ساهم في تقليص الزمن وتحقيق الانتصارات الرياضية الباهرة ، ومثل ملابس السباحة المصنعة بتقنية النانو شاهدنا أيضاً في الاولمبياد العام الماضي العداء الأمريكي جيريمي وارنر يفوز بالميدالية الفضية في سباق 400 متر باستخدام حذاء شركة أديداس الجديد المصمم خصيصاً له بتقنية النانو ، هذا الحذاء الجديد يعتقد أنه واحد من أكثر الأحذية تقدماً من الناحية التكنولوجية ، فهو الأخف وزناً ويوفر المزيد من الاستقرار والراحة والأفضل مرونة ، والأكثر سلامة لمنع الالتواء ويقلل من فقدان الطاقة، ويقال عنه أفضل حذاء جري وطاً المضمار

Best running shoes to ever hit the track



شكل (3)

الحذاء الذي استخدمه العداء جيريمي وارنر في الألعاب الاولمبية 2008

هذا الأمر يذكرنا بانجازات البطل الفذ الجامايكي يوسين بولت الذي حطم الرقمين العالميين في سباق 100 م وال 200

م في بطولة العالم الأخيرة في برلين 2009 مستخدماً حذاء النانو.

الحذاء الرياضي لم يعد مجرد وسيلة لحماية القدم، بل أصبح أداة تكنولوجية متقدمة تساهم في تحسين أداء الرياضي، وتقليل الإجهاد، والوقاية من الإصابات، ومتابعة الحالة البدنية لحظة بلحظة. وهنا برز دور تكنولوجيا النانو في تطوير الأحذية من حيث المواد والوظائف الذكية والراحة الميكانيكية.

المفهوم العلمي لتطبيق النانو في الأحذية

الفكرة الجوهرية في تكنولوجيا النانو هي التحكم في بنية المادة على مستوى الذرات والجزيئات بهدف تحسين خصائصها دون الحاجة إلى زيادة وزنها أو تغيير شكلها الظاهري. فعندما تُضاف الجسيمات النانوية (Nanoparticles) إلى مادة مثل البوليستر أو النسيج أو المطاط، فإنها تحدث تغييرات في البنية البلورية والخصائص الفيزيائية للمادة.

في الأحذية الرياضية، يتم استغلال هذا المفهوم لتعزيز الخواص، وزيادة مقاومتها للعوامل الخارجية مثل الحرارة والرطوبة والبكتيريا، وتحسين امتصاص الصدمات الناتجة عن الجري أو القفز. هذه التحسينات كلها تحدث بفضل تفاعل الجسيمات النانوية مع البوليمرات والألياف المستخدمة في الحذاء، مما ينتج مادة جديدة ذات أداء أعلى بكثير من المواد التقليدية.

دور النانو في مكونات الحذاء الرياضي

يتكوّن الحذاء الرياضي من عدة طبقات أو أجزاء رئيسية: النعل الداخلي، النعل الأوسط، النعل الخارجي، والجزء العلوي (النسيج الذي يلف القدم). ولكل جزء منها دور محدد في

الأداء، وتدخل تكنولوجيا النانو لتحسين كل منها بطرق مختلفة.

النعل الداخلي ومكافحة البكتيريا

النعل الداخلي هو الجزء الملامس مباشرة للقدم، وغالباً ما يكون بيئة رطبة ودافئة تساعد على نمو البكتيريا والفطريات المسببة للروائح الكريهة. باستخدام جسيمات الفضة النانوية (Silver Nanoparticles, AgNPs) يتم القضاء على هذه المشكلة جذرياً.

الفضة النانوية تمتلك خواصاً مضادة للبكتيريا والميكروبات، حيث تقوم بإتلاف جدار الخلية البكتيرية وتعطيل نشاطها الإنزيمي. وعندما تُدمج داخل نسيج النعل أو رغوته، فإنها تُكوّن بيئة نظيفة تمنع نمو الكائنات الدقيقة حتى مع الاستخدام الطويل. أثبتت دراسة نشرت في مجلة Journal of Textile Engineering (2019) أن دمج جسيمات الفضة داخل ألياف بوليمرية مثل PVA أدى إلى انخفاض نمو البكتيريا بنسبة تتجاوز 99% مقارنة بالأحذية التقليدية. كما أظهرت التجارب أن النعل المزود بالنانو احتفظ بخواصه المضادة للبكتيريا حتى بعد 30 دورة غسيل متتالية، ما يدل على ثبات فعالية الجسيمات النانوية.

النعل الأوسط وامتصاص الصدمات

النعل الأوسط (Midsole) هو الجزء المسؤول عن امتصاص الطاقة الناتجة من اصطدام القدم بالأرض أثناء الجري أو القفز. غالباً يُصنع هذا الجزء من مواد رغوية مثل EVA أو PU، وهي مواد خفيفة لكنها تفقد مرونتها مع الوقت. عندما تُضاف أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes) إلى هذه المواد، تتحول الرغوة إلى نظام متين ومرن في الوقت ذاته.

تقوم الأنابيب النانوية بتوزيع الإجهاد الناتج عن الضغط على مساحة أكبر، مما يقلل من تلف الرغوة ويحافظ على ارتدادها حتى بعد آلاف الخطوات. كما أنها تحسن خاصية "استعادة الشكل" بعد الانضغاط، وهو ما يجعل الرياضي يشعر بمرونة أكبر وراحة مستمرة.

نشرت مجلة Composites Science and Technology (2023) دراسة تفصيلية أظهرت أن دمج 1% من أنابيب الكربون النانوية في رغوة EVA أدى إلى زيادة امتصاص الطاقة بنسبة 25% ومقاومة التمزق بنسبة 35%. هذه النتائج توضح أن تأثير النانو لا يقتصر على المتانة فقط، بل يمتد إلى تحسين الأداء الحركي للرياضي نفسه.

الجزء العلوي من الحذاء ومقاومة الماء الجزء العلوي هو الأكثر تعرضاً للظروف البيئية مثل المطر أو الغبار، لذلك كانت الحاجة إلى مادة خفيفة تسمح بمرور الهواء ولكنها في الوقت نفسه تمنع تسرب الماء. تم تحقيق ذلك باستخدام جسيمات أكسيد الجرافين (Graphene Oxide) وجسيمات السيليكا النانوية (Nano-Silica).

تعمل هذه الجسيمات على إنشاء طبقة سطحية نانوية تمنح القماش خاصية "الطرد الذاتي للماء" أو ما يعرف بالـ superhydrophobicity. وبذلك تبقى القدم جافة حتى في المطر، دون التأثير على خاصية التنفس والتهوية التي تمنع تعرق القدم. كما تُضاف جسيمات نانوية أخرى تعمل على حجب الأشعة فوق البنفسجية (UV-blocking nanoparticles).

وهو أمر مهم لحماية الرياضيين الذين يتدربون في الهواء الطلق. دراسة حديثة نُشرت في Journal of Nanomaterials (2022) أوضحت أن أقمشة الأحذية المزودة بجرافين نانوي قللت درجة حرارة سطح القدم بمقدار

4 درجات مئوية مقارنة بالأقمشة التقليدية، ما أدى إلى تقليل الإجهاد الحراري أثناء الجري الطويل.

النعل الخارجي والمقاومة والتتبع الذكي

النعل الخارجي هو الجزء الذي يلامس الأرض مباشرة، ويتعرض للتآكل والانزلاق. لتحسين خصائصه، تُضاف جسيمات أكسيد الألومنيوم النانوية (Al_2O_3) أو أكسيد السيليكون (SiO_2) إلى خليط المطاط.

هذه الجسيمات تعمل على زيادة معامل الاحتكاك بين النعل والأرض، مما يقلل من الانزلاق حتى على الأسطح المبللة. كما أنها تزيد مقاومة التآكل بنسبة تصل إلى 50%، مما يطيل عمر الحذاء.

لكن الجانب الآخر هو دمج المستشعرات النانوية (Nanosensors) داخل النعل. هذه المستشعرات قادرة على قياس الضغط الموزع على القدم أثناء الحركة، ومتابعة نمط المشي أو الجري، وحتى إرسال البيانات إلى تطبيق في الهاتف المحمول لتحليل الأداء الرياضي أو الكشف المبكر عن الإصابات.

نشرت مجلة Applied Sciences (2020) بحثاً حول "Nanotechnology-Enhanced Smart Outsoles" وأظهرت

أن المستشعرات النانوية الدقيقة المصنوعة من أسلاك ZnO النانوية استطاعت قياس فروقات الضغط بدقة 0.01 نيوتن، مما يمكّن الأطباء والمدربين من متابعة تطور الأداء الحركي بشكل لحظي.

الفوائد المترتبة على استخدام النانو في الأحذية الرياضية

تطبيقات النانو لا تقدم فائدة واحدة، بل تحدث تحولاً في طبيعة الحذاء نفسه. فالأحذية المزودة بالنانو أصبحت تجمع بين الذكاء، المتانة، الخفة، والراحة. المواد النانوية جعلت

الحذاء أكثر قدرة على التفاعل مع بيئة الاستخدام. فالحذاء أصبح قادراً على:

- الحفاظ على نظافته بفضل الطبقات المضادة للبكتيريا.
- مقاومة الماء دون الحاجة إلى مواد ثقيلة.
- امتصاص الصدمات مع الحفاظ على الوزن الخفيف.
- التفاعل مع جسم الرياضي عبر المستشعرات الحيوية الدقيقة.

ومن الناحية الصحية، ساهمت تكنولوجيا النانو في تقليل الإصابات الناتجة عن الضغط المتكرر على المفاصل، خاصة في الجري الطويل أو القفز، لأن النعل أصبح قادراً على امتصاص الطاقة الميكانيكية وتوزيعها بشكل متساوٍ.

التحديات والمستقبل

رغم هذه المزايا، ما زال هناك عدد من التحديات التي تواجه تعميم استخدام النانو في صناعة الأحذية. من أبرزها ارتفاع التكلفة، فالمواد النانوية باهظة الثمن، كما أن عمليات دمجها في البوليمرات تحتاج إلى معدات دقيقة. كذلك، هناك تحديات بيئية وصحية تتعلق بكيفية التخلص من الأحذية المحتوية على جسيمات نانوية دون تلويث البيئة. ولذلك تتجه الأبحاث حالياً إلى استخدام مواد نانوية حيوية قابلة للتحلل (Biodegradable Nanomaterials) لتقليل الأثر البيئي. كما تسعى الشركات الكبرى مثل Nike و Adidas و Puma إلى تطوير أحذية نانوية ذكية يمكنها التواصل مع الأجهزة الذكية لقياس الأداء الحيوي للرياضي في الوقت الحقيقي، وهو ما يمثل مزيجاً بين النانو وإنترنت الأشياء (IoT).

النانو تكنولوجي في الملابس الرياضية

لماذا تقنية النانو في الملابس الرياضية؟

في السنوات الأخيرة، أصبح الرياضي أو الشخص النشط لا يكتفي بارتداء قميص أو سروال عادي، بل يبحث عن «ملابس ذكية» تجمع بين الراحة، الأداء، الحماية، والمتانة. وهذا ما فتح الباب أمام تقنية النانو (Nanotechnology) في مجال النسيج والملابس. فعند مستوى النانومتر (جزء من مليار متر)، تتغير خصائص المواد — مثل القدرة على التصاقها، امتصاصها، نقلها للحرارة، مقاومة البكتيريا، أو حتى تغيير اللون/السطح تحت تأثير الضوء.

مثلاً، أحد الأبحاث يقول بأن «دمج الجسيمات النانوية والملابس الرياضية الذكية أدى إلى تحسين السلوك الفيزيائي-الكيميائي للأقمشة، مثل الحماية من الأشعة فوق البنفسجية، التنظيف الذاتي، الحماية الميكروبية وبحسب تقرير سوقي، فإن استخدام النانو في الملابس الرياضية يشمل تحسين إدارة العرق، الحماية من الأشعة فوق البنفسجية، والتحكم في الرائحة — ما يعطي دليلاً على أن هذه التكنولوجيا دخلت الميدان التجاري فعلياً.

المواد النانوية والتقنيات المستخدمة

لفهم كيف تُحوّل الملابس الرياضية بتكنولوجيا النانو، يجب أن نُعرّف أولاً المواد والتقنيات التي تُستخدم:

جسيمات نانوية (Nanoparticles): مثل أكسيد التيتانيوم (TiO_2)، أكسيد الزنك (ZnO)، الجسيمات الفضيّة (Ag NPs) أو السيليكا النانوية (SiO_2). هذه الجسيمات تُستخدم كطلاءات أو تُدمج داخل ألياف النسيج.

ألياف نانوية (Nanofibers): تُصنع غالباً بطرق مثل الغزل الكهربائي (electrospinning)، وتتميز بنسبة مساحة/حجم عالية، ما يجعلها مناسبة للتهوية، الامتصاص، أو الحماية.

Taylor & Francis

مصفوفات نانوية (Nanocomposites): عندما تُدمج الجسيمات أو الألياف النانوية داخل بوليمرات أو ألياف النسيج لخلق نسيج ذو خواص محسّنة — مثلاً قماش خفيف لكنه قوي، أو مقاومة للماء والرياح .

طلاءات نانوية (Nanocoatings): تُطبق على سطح النسيج مثل طلاء رذاذ أو معالجة بلازما لخلق خصائص مثل «طارد الماء (super-hydrophobicity) أو تنظيف ذاتي (self-cleaning) الوظائف والتحسينات التي تحققها تقنية النانو في الملابس الرياضية

إليك شرحاً تفصيلياً للوظائف الرئيسية التي تحققها تقنية النانو في الملابس الرياضية، مع كيفية العمل الداخلي لكل منها:

مقاومة الماء والرياح + التهوية

الرياضي يتعرّق، ويتعرض للرياح أو المطر أحياناً. لأجل ذلك، تُعالج الأقمشة بنانو-طلاءات تجعلها «طاردة للماء» لكن في الوقت ذاته تسمح بمرور البخار (العرق) للخروج، مما يحافظ على راحة الرياضي ويمنع التشبّع بالماء. مثال: استخدام السيليكا النانوية أو الجسيمات الباعثة لسطح خشن (mimicking lotus-leaf effect) لجعل الماء يتكوّن على

شكل قطرات ثم ينزلق

أما مقاومة الرياح فتُحسّن عبر نسيج مصفوف نانو أو تغطية نانوية تقلّل من انتقال الهواء البارد. وتُستخدم أيضاً الألياف النانوية لزيادة التهوية — لأن الألياف الصغيرة تتيح مساماً دقيقة للماء تبخّر، لكنها مع ذلك تمنع دخول الهواء البارد.

امتصاص العرق وتجفيف أسرع + راحة حرارية

أثناء التمارين الرياضية، تلعب إدارة الحرارة والعرق دوراً رئيسياً في أداء الرياضي. باستخدام الألياف النانوية أو الجسيمات

التي تُشعّ الحرارة أو تعكسها، تُصبح الملابس قادرة على التكيّف مع حرارة الجسم أو البيئة. مثلاً، إحدى المنتجات تستخدم جسيمات تنعكس وترسل حرارة الجسم-far (infrared) أخرى إلى العضلات لتعزيز تدفق الدم .

علاوة على ذلك، الألياف النانوية تملك مساحة سطح كبيرة تمكّنها من امتصاص العرق بسرعة وبخارنه، مما يجعل النشاط الرياضي أكثر راحة، ويقلّل من الشعور بالرطوبة أو البرودة. مضادة للبكتيريا، الرائحة، والحماية من الأشعة فوق البنفسجية

الحماية من البكتيريا والرائحة :الجسيمات الفضيّة أو أكسيد الزنك تدمّر البكتيريا أو تمنع نموها، ما يجعل الملابس الرياضية أقل عرضة للرائحة بعد التمرين

حجب الأشعة فوق البنفسجية (UV-protection) الجسيمات مثل TiO_2 أو ZnO تُدمج أو تُطلى على النسيج، فتعمل كمُمتصّات أو مبعثّات للأشعة فوق البنفسجية، وبالتالي تحمي جلد الرياضي الذي غالباً يكون معرضاً للشمس

التنظيف الذاتي :بعض الأقمشة المعالجة بنانو تكتسب خاصية «التنظيف الذاتي (self-cleaning)» عبر تأثير فوتوكاتاليتيكي (photocatalytic) أو عبر سطح مائي نانوي يدفع الأوساخ للانزلاق

الذكاء المدمج والمستشعرات

بجانب تحسين الأداء الفيزيائي، التقنية النانوية تفتح المجال للملابس الذكية (Smart apparel) على سبيل المثال، استخدام أسلاك نانوية أو طبقات موصلة بالنانومتر داخل القماش لقياس ضغط العضلات، حركات الجسم، أو حتى وظائف قلبية بسيطة. مثال بحثي: دمج مستشعرات من الجرافين/الفضة داخل القماش لإنشاء «هيكليّة نسيج

إلكترونية هذا يمكّن الرياضي (أو المدرب) من متابعة الأداء الحيوي في الزمن الحقيقي، وتحسين التدريب أو الكشف المبكر عن الإرهاق أو الإصابات.

أمثلة تجارية وتطبيقات فعلية

بعض الشركات مثل Celliant تعمل على إدخال جسيمات نانوية تعكس حرارة الجسم المنبعثة كأشعة تحت-حمراء لتعزيز الأداء والتعافي Nano Magazine .

شركات النسيج مثل Nano-Tex تُقدّم طلاءات نانوية للملابس الرياضية تجعل الأقمشة مقاومة للبقع، الماء، وتظل ناعمة عند اللمس .

التحديات والقيود

رغم المزايا الكبيرة، هناك عدة تحديات مهمة يجب أن تؤخذ في الاعتبار:

التكلفة العالية : إنتاج الألياف أو الطلاءات النانوية غالباً أغلى من معالجة الأقمشة التقليدية.

الإنتاج على نطاق واسع : المصنعون يواجهون صعوبة في توزيع الجسيمات أو الألياف النانوية بالتساوي داخل القماش، ما قد يؤدي إلى تفاوت في الأداء. مثلاً دراسة أشارت إلى أن توزيع الجسيمات غير الموحّد يقلل من الخواص المطلوبة .

الأمان البيئي والصحي : هناك قلق من أن بعض الجسيمات النانوية قد تنفلق أثناء الغسيل أو الاستخدام وتطلق في البيئة أو تتفاعل مع الجلد.

قابلية إعادة التدوير : الأقمشة النانوية أو المعالجة بنانو قد تواجه صعوبة في إعادة التدوير مقارنة بالأقمشة التقليدية، مما يطرح تحديات للاستدامة. مثلاً في بحث

“Nanotechnology Applications to Improve the

”Functional Performance of Sustainable Garments”
التركيز على البُعد البيئي للملابس النانوية
ما الذي يمكن أن يحدث مستقبلاً؟
المستقبل واعد: يمكن أن نرى ملابس رياضية تتميز بقدرات
مثل:
تغيير خصائصها حسب البيئة (تدفئة أو تبريد تلقائي)
باستخدام مواد نانوية «تفاعلية».
دمج أجهزة استشعار نانوية أكثر تطوراً لمراقبة الأداء البدني
أو الحالة الصحية دون الحاجة إلى أجهزة خارجية.
استخدام ألياف نانوية مستخلصة من مصادر بيولوجية أو
قابلة للتحلل، ما يعزز الاستدامة.
وربما ملابس قادرة على توليد طاقة أو التواصل مع أجهزة
ذكية في وقت حقيقي.

النانو تكنولوجي في الكرة

ما المقصود بتكنولوجيا النانو في الكرات الرياضية؟
عندما نتحدث عن تطبيقات النانو في الكرات الرياضية، فإننا
نعني إدخال مواد أو معالجة أجزاء من الكرة مثل اللب
الداخلي، أو الغلاف، أو الطلاء بجسيمات أو مكونات نانوية
(nanoparticles, nanocomposites) أو طلاءات نانوية تُغيّر
خصائصها الميكانيكية أو الديناميكية الهوائية.
النتيجة: كرة لديها سلوك أفضل من حيث الارتداد، الثبات
الهوائي، متانة أطول، أو حتى خصائص ذكية مدقجة.
على سبيل المثال، الكرة التقليدية تُفقد بعض ضغط الهواء
أو خصائص الارتداد مع الاستخدام الكثيف أو درجات الحرارة.
باستخدام جسيمات مثل “نانو-طين (nanoclay)” أو أكاسيد
معدنية نانوية تُستخدم كحاجز غاز (gas barrier) داخل نواة
الكرة، يمكن تقليل تسرب الهواء وبالتالي الحفاظ على ارتداد

الكرة لفترة أطول .
وبحسب دراسة تحليلية، تكنولوجيا النانو تمنح الكرات
مجموعة من المزايا مثل تقليل الاحتكاك، زيادة الصلابة،
مقاومة التآكل، وتحسين النسبة قوة/وزن
في كرات التنس، أحد التطبيقات الأكثر توثيقاً لتكنولوجيا
النانو هو ما فعلته شركة Wilson في كرة “Double Core”
التي تحتوي على طلاء نانوي داخل النواة. بحسب مصدر من
StatNano:

“Regular tennis balls are pressurised ... Using nanotechnology, Wilson has done just that, introducing a double-core tennis ball, the inner core of which is coated with clay nanoparticles. Acting as a sealant, it makes it far more difficult for air to escape and the ball retains its pressure and bounce for twice as long as ordinary balls.”

أي أن الجسيمات النانوية تعمل كحاجز أمام تسرب الهواء من
النواة، مما يساعد على الحفاظ على ضغط الهواء داخل
الكرة لفترة أطول، وبالتالي ثبات أعلى في الارتداد
(bounce) أثناء اللعب. دراسة أخرى ذكرت أن طلاءات النانو-
طينية (nanoclay linings) تُستخدم في كرات التنس والقدم
لتعزيز عمر الكرة
من الناحية التقنية، يُمكن تفسير ذلك بأن الجسيمات النانوية
تُملأ الفراغات الدقيقة بين البنية المطاطية أو البوليمرية
لنواة الكرة، ما يقلل النفاذية (permeability) للغاز. هذا يمنع
فقدان الهواء أو التأثير بحرارة الجو أو الاستخدام المكثف.

الفوائد في كرات التنس:

- ارتداد أكثر ثباتاً عبر فترات أطول من الاستخدام.

- تقليل الحاجة لتغيير الكرة كثيراً (من الناحية النظرية) مما يقلل التكلفة والأثر البيئي.
 - تحسين الشعور للاعب (consistent bounce) وبالتالي أقل تشتت أثناء اللعب.
- التحديات:

- التكلفة الإضافية لإنتاج هذه الكرات.
- يجب أن تستوفي الكرات المعايير المعتمدة مثل معيار International Tennis Federation (ITF) الوزن، ضغط الهواء، الارتداد، إلخ.
- التأكد من أن الجسيمات النانوية لا تؤثر سلباً على صحة المستخدم أو البيئة – رغم أن في حالة الكرة ربما المخاطر منخفضة، لكن التدوير والتخلص لا يزالان مهمين.

بالرغم من أن الأبحاث في كرات التنس حصلت على تغطية أكثر، إلا أن نفس المبدأ يُطبّق أيضاً في كرات القدم وكرة السلة — أو يُطرح كتوجه بحثي للتطوير. على سبيل المثال، دراسة تحليلية تقول إن

“nano clay linings are added to footballs and tennis balls ... act as a barrier ... lengthens the lifecycle of the balls.”

وفي تحليل من مجلة Asian Journal of Microbiology and Biotechnology ورد أن:

“Football s and tennis balls with nano-clay linings as a barrier material keep friction at a minimum for longer game play.”

من الناحية التقنية، يمكن أن تطوّر الجسيمات النانوية أو المصفوفات النانوية داخل نوى الكرة أو في الغلاف

الخارجي لجعل الكرة أكثر مقاومة للثقب أو التآكل، أكثر ثباتاً من الناحية الهوائية (aerodynamic stability) ، وأطول عمراً من الكرات التقليدية. مثلاً: الطلاءات النانوية على سطح الكرة يمكن أن تقلل احتكاك الهواء أو تحسّن حركة الكرة في الجو، الأمر الذي مهم خصوصاً في مباريات كرة القدم أو كرة السلة حيث الحركة الهوائية وتأثير الانطلاقات مهم.

الفوائد المحتملة في هذه الكرات:

- عمر أطول للكرة قبل أن تفقد خصائصها (الارتداد، الضغط، الشكل).
- أداء ثابت أفضل (مثلاً ثبات الانطلاقات أو التمريرات).
- مقاومة أكبر للتشققات أو التآكل، مما يقلل من الانفجار أو تلف الكرة فجأة.
- إمكان تحسين ديناميكية الهواء "flight path" للكرة، أو تقليل مقاومة الهواء، وبالتالي تنفيذ تمريرات أو رميات أكثر دقة أو قوة.

التحديات:

- حتى اليوم، لا توجد في كل كرات القدم/السلة نسخة مشهورة تجارية معلنة لجسيمات نانوية بنفس درجة إعلان كرات التنس، لذا قد يكون الأمر أكثر بحثاً من تطبيقاً واسعاً.
- التكلفة، الموافقة من هيئات الرياضة مثل Fédération Internationale de Football Association (FIFA) وInternational Basketball Federation (FIBA) أن الميزة ليست "ممنوعة" بسبب تعابير "دوبينغ" تكنولوجي (technological doping) "كما أشار تحليل من Nano Magazine بأن التكنولوجيا النانوية أصبحت تُسمّى "technological doping" إن تجاوزت الحدود .

كيف تُصنَّع الكرات النانوية؟ (منظور تقني)

عملية التصنيع تتراوح بين تعديل بسيط لغلاف الكرة أو نواتها، إلى إدخال مركّبات نانوية داخل البنية. يمكن تلخيص الخطوات التقنية كالتالي:

- اختيار الجسيم النانوي المناسب (مثل نانو-طين nanoclay أكسيد السيليكا SiO_2 nanoparticles أو مكملات كربونية مثل الجرافين أو أنابيب الكربون النانوية).
- تحضير المصفوفة البوليمرية أو المطاطية لنواة الكرة أو الغلاف، إذ يتم خلط الجسيمات النانوية مع المصفوفة أو تطبيقها كطلاء رذاذي أو معجون يغلف النواة. مثلاً، في كرات التنس طليت نواة الكرة بطبقة مركّبة (polymer-clay nanocomposite coating) كما يظهر في أحد الصور.
- المعالجة الحرارية أو الضغط لإرساء الجسيمات وتوزيعها بشكل متجانس، بحيث تُغلق الفراغات الدقيقة وتُقلّل نفاذية الهواء.
- اختبار الأداء: اختبار ضغط الهواء، ارتداد الكرة (bounce test)، ثبات الهواء عبر الزمن، مقاومة التآكل، تأثير الحرارة أو البرودة، وأحياناً اختبار الطيران الهوائي (aerodynamics).
- اعتماد الكرة من الهيئات المعنية إن كانت للاستخدام الرسمي، أو إذا كانت للاستخدام الترفيهي فيتم إطلاقها تجارياً.
- اعتبارات بيئية وأخلاقية
- من جهة البيئة: تصنيع كرات أطول عمراً يقلّل من عدد الكرات التي تُستبدل، ما يُخفّف من النفايات

البلاستيكية والمطاطية. لكنه أيضاً قد يؤدي إلى تحدّيات في إعادة التدوير خاصة إذا كانت تحتوي مركّبات نانوية يصعب فصلها.

- من جهة أخلاقية/رياضية: هناك خوف من أن استخدام الكرات “المدعّمة تكنولوجياً” يعطي ميزة غير عادلة للاعبين أو الفرق التي تستخدمها، وهذا ما أشار إليه تحليل بأن “technological doping” قد تصبح القضية.
- الصحة والسلامة: يجب التأكد من أن الجسيمات النانوية المستخدمة لا تتسرب أو لا تتفاعل بطريقة ضارة عندما تُستخدم الكرة أو تتلف. بشكل عام في الكرات ضغط الهواء والغلاف يحمي الجسيمات، لكن يبقى عامل السلامة مهماً.

النانو تكنولوجيا في معدات الحماية

لماذا نحتاج تكنولوجيا النانو في معدات الحماية؟
الرياضات التي تتضمن احتكاكاً أو اصطداماً عالي الطاقة (كرة القدم الأميركي، الهوكي، التزلّج السريع، ركوب الدراجات، وغيرها) تواجه خطر إصابات عالية، خصوصاً إصابات الرأس، للاعبين. تقليدياً، معدات الحماية تعتمد على رغوات بوليمرية) مثل EPS – expanded polystyrene أو ألياف تقليدية تُوفّر امتصاصاً للطاقة، لكنها غالباً ما تكون ثقيلة، أو لا تعيد استخدام نفسها بعد الضربة، أو لا تحمي بشكل كافٍ من القوى الدورانية التي تؤدي إلى ارتجاج الدماغ (concussion).

هنا يظهر دور تقنية النانو: بإدخال مواد نانوية أو هيكليات دقيقة داخل معدات الحماية، يمكن تحقيق:

- امتصاص طاقة أعلى لكل وحدة وزن (lighter + stronger)

- توزيع وتهدة القوى بشكل أفضل (shock dissipation)
- تصميم متعدد الطبقات أو بنية ثلاثية الأبعاد (3D architecture) تقلل الوزن وتزيد الحماية. مثلاً: لوحة تشرح أن «النانو تسمح بتكوين عدة أصداف داخل نفس الحيز مع وزن أقل.»
- إضافة وظائف ذكية (مثل استشعار الضربات، مراقبة تأثير الارتطام) باستخدام مواد نانوية موصلة أو حساسات مدمجة .
- تحسين العمر الافتراضي للمعدة، تقليل الصيانة، وخفض المخاطر المرتبطة بتلف الحماية.

وبحسب مراجعة نشرتها مجلة: RSC Advances

“Protective equipment including helmets, pads, and guards are made of polymers with great impact resistance... Sports equipment also uses improved impact-resistant polymers to avoid damage and retain performance even after extensive use.”

وبالتالي، استخدام النانو يُعدّ من محاور التحسين الحديثة لمعدات الحماية الرياضية، ليس فقط للأداء بل للأمان والسلامة.

المواد والتقنيات النانوية المستخدمة في معدات الحماية

في هذه الفقرة نقف بدقة عند أنواع المواد النانوية والتقنيات التطبيقية في معدات الحماية الرياضية، مع شرح آلية عمل كل منها.

الرغوات النانوية (Nano-foams)

- مثال: مشروع بحثي من جامعة فرجينيا طور رغوة نانوية مدمجة مع سائل مؤين (ionized liquid) لإنشاء «وسادة

سائلة» تعمل في خوذ الكرة الأميركية لتحسين امتصاص الصدمات .

- هذه الرغوة تحتوي هيكلياً على شبكة ميكرولاتيس (microlattice) أو بنية خزائية دقيقة تُوفّر امتصاص طاقة مركّز مع انخفاض الكثافة. كما ذكرت مقال “Novel helmet liner 30 times better at stopping concussions” أن رغوة من أنابيب الكربون النانوية (CNT-foam) لديها أداء وصولاً إلى “30 مرة أفضل” في امتصاص تأثيرات الرأس.

- آلية العمل: عند الاصطدام، تتحرّك البنية النانوية أو السائلة ضمن البطانة، فتوزّع طاقة الصدمة / تؤخّر انتقالها إلى الرأس، وتقلّل ذبذبة القوى والارتجاج.

- النتيجة: قدرة أفضل على الحماية من إصابات الرأس أو الارتجاج (concussion) أو تمرّق الأنسجة الدقيقة.

المصفوفات النانوية / المواد النانوية المقوّمة

(Nanocomposites)

- تدمج جسيمات نانوية مثل أنابيب الكربون النانوية (CNTs)، جرافين، أو نانو-سيراميك ضمن راتنج بوليمر أو داخل الحشوات (pads) أو واقيات الجسم. النتيجة: مقوّم ميكانيكي أقوى، صلابة أعلى، مرونة أو امتصاص أفضل للذبذبات .

- على سبيل المثال، “Use of Nanomaterials in Sports Equipment” تشير إلى أن واقيات (protective gear)

تستخدم مواد نانوية لتعزيز سلامة المستخدم

- آلية العمل: جسيمات النانو تعمل كمواد مانعة للتكسير (crack-bridging)، أو تقلّل من انتشار الشقوق، أو تزيد من استقرار البوليمر تحت ضغط / اهتزاز متكرر.

البنى المعمارية ثلاثية الأبعاد (3D Architected Materials)

- بعض الأبحاث الحديثة تقترح استخدام بنى مستوحاة من الطبيعة (مثل هيكل الدياتومات) لتصميم بطانات خوذة تحمل الصدمة بشكل أفضل، تسمح بتهوية، وزن أقل، ومقاومة للأشعة والعوامل الجوية
- كذلك أبحاث "Architected Lattices with Adaptive Energy Absorption" تتناول مواد قابلة لتعديل صلابتها استجابة للضربة، ما يوفر امتصاص طاقة أفضل .
- أهمية هذه البنى: ليس فقط المادة، بل الشكل البنيوي الداخلي (خلية مفتوحة، شبكة دقيقة) يلعب دوراً حاسماً في امتصاص الصدمات وتحكم الوزن.
- الحساسات النانوية والتكامل الذكي
- معدات الحماية يمكن أن تدمج مستشعرات نانوية أو ألياف نانوية موصلة لقياس القوة، التسارع، الضغط مباشرة من داخل الهيكل. على سبيل المثال، "Nano-Composite foam Sensor System in football Helmets" وصف مستشعر رغوي نانوي بديل لبطانة الخوذة يقيس تأثيرات الرأس بدقة عالية .
- فوائد هذه التقنية: اكتشاف لحظي للضربة، بيانات رياضية أو طبية مدمجة، إمكانية مراقبة كاشفة للارتجاج أو الأثر الطويل للضربات المتكررة.

التطبيقات العملية في معدات الحماية الرياضية

خوذة الرأس في الرياضات عالية الاصطدام



شكل (5)



شكل (4)

- في الرياضات مثل كرة القدم الأميركية، الهوكي، ركوب الدراجات، إحدى أكبر المخاطر هي إصابات الرأس أو ارتجاج الدماغ المتكرر. ولذلك، ركّزت الأبحاث على تحسين خوذ الرأس باستخدام مواد نانوية.

- مثال: أحد الأبحاث يقول أنه بالرغم من وجود خوذًا معتمدة، إلا أنها «من غير المحتمل أن تمنع mTBI (إصابات الدماغ الطفيفة) بشكل كامل... لكن استخدام وسيط سائل ممتص للصدمات يمكن أن يقلل تمدد نسيج الدماغ بنسبة ~27.6% مقارنة ببندود الحماية الحالية

- أيضا، فريق في جامعة فرجينيا طور مادة “liquid nanofoam” تستخدم داخل الخوذة لتعزيز الحماية من

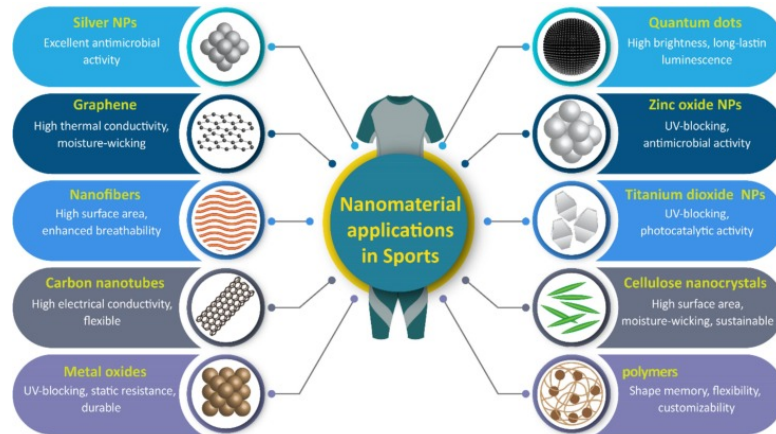
الاصطدامات المتكررة

- شركات وهيئات بدأت اعتماد بطانات نانوية أو مستشعرات مدمجة داخل الخوذة. التصميم الجديد يسمح بخفض الوزن، تحسين التهوية، لكنه يوفر امتصاصاً أفضل للطاقة. كما ذكر

“Nano coatings are deployed for both bicycle and motorcycle helmets – allowing them to be more water-resistant and reduce drag” أن “Nanotechnology in Sports”

- الفوائد: حماية أفضل من ضربات الرأس، تقليل احتمالية ارتجاج، وزن أقل، راحة أكبر للاعب، إمكانية متابعة الحوادث الرأسية عبر الحساسات.
- التحديات: تصنيع على نطاق واسع، التكلفة المرتفعة، التأكد من فعالية المواد في الاستخدام الفعلي وليس فقط المختبري، توافق مع معايير الرياضة والسلامة.

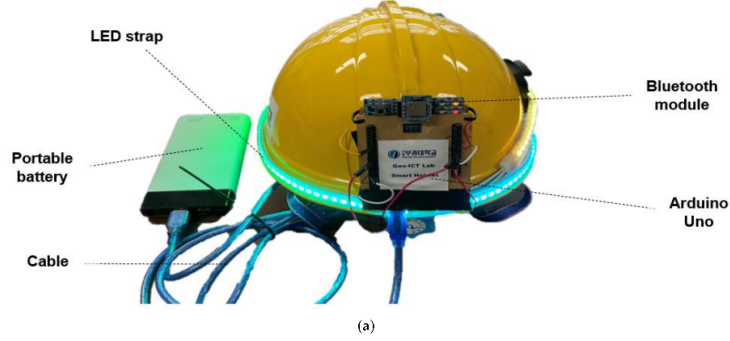
الواقيات والوسائد الواقية (Pads, Guards)



شكل (6)

- تعديل الحشوات الواعدة — مثل واقيات الكتف، الركبة، الذراع — باستخدام مواد نانوية يقدّم أداءً أعلى في امتصاص الطاقة وفي الوزن.
- على سبيل المثال، العلامة التجارية EvoShield طوّرت واقيات تستخدم مواد متحوّلة من وضع “جيل إلى قوقعة (Gel-to-Shell)” توفر حماية أفضل من الفوم التقليدي.
- المواد النانوية يمكن أن تُقلّل من تكرّرات التمزّق (fatigue) للحشوات أو تقلّل من السماكة المطلوبة لإعطاء نفس الحماية، مما يوفر للمستخدم حركة أفضل ووزناً أقل.
- الفوائد: تقليل إصابات المرفق/الركبة/الذراع، حرية حركة أفضل، وزن أقل، تحسين راحة المستخدم.
- التحدّيات: تكلفة التصنيع، اختبار الموثوقية، التأكد من توزيع الجسيمات النانوية في المادة بشكل متساوٍ.

الواقيات الذكية والتكامل مع الاتصالات/البيانات



شكل (7)



شكل (8)



شكل (9)

- الدمج بين تقنية النانو و “الملابس الذكية” أو الحماية الذكية يُمثّل مرحلة متقدمة: مستشعرات نانوية أو ألياف موصلة تُدمج داخل الحشوة أو الخوذة لقياس

ضغط الضربة، التسارع، القوة الدورانية، ونقلها إلى وحدة تحكم أو هاتف ذكي.

- مثال: دراسات Nano-Composite Foam Sensor “System in Football Helmets” استخدمت رغوة نانوية عالمية (piezo-foam) داخل خوذة رياضية لقياس مباشرة طاقة الاصطدام وليس فقط التسارع التقليدي .
- هذه التطبيقات تفتح المجال لتحليل إصابات الرأس في الزمن الحقيقي، وتحسين برنامج التدريب أو التبديل الوقائي للاعبين بعد ضربات قوية. كذلك، يمكن استخدامها في وسائل الركبة/الكوع لمعرفة متى يجب استبدالها أو متى تتعرض الحماية للتعب.
- الفوائد: قدرة مراقبة عالية، تحسين السلامة، البيانات الرياضية والطبية مدمجة، اتخاذ قرارات استبدال المعدات مبكراً.
- التحديات: الحساسات تحتاج طاقة، حماية تقنية الحساسات، التكلفة، التكامل مع نظام البيانات، الخصوصية والمسائل الأخلاقية (هل يتم تسجيل بيانات اللاعب؟ من يملكها؟).

الفوائد التقنية لمعدات الحماية النانوية

- من خلال ما سبق، نستطيع تلخيص الفوائد التي تحققها تقنية النانو في معدات الحماية الرياضية:
- امتصاص طاقة أعلى لكل وحدة كتلة: المواد النانوية والمصفوفات المعمارية تقلل من الوزن وتحسن الأداء الميكانيكي.
 - تحسين الراحة والوزن: معدن أو بوليمر تقليدي يمكن أن يكون أثقل؛ النانو يتيح تصميم أخف مع أداء مماثل أو أعلى.

- تحمل أكبر وتكرار ضربات أعلى: بعض المواد التقليدية بعد ضربات عدة تظهر تلفاً أو كسر، أما النانو يسمح بمواد أكثر عمراً.
- حماية أفضل من القوى الدورانية (rotational forces): وهي من الأسباب الرئيسية لارتجاج الدماغ؛ المواد النانو تقلل هذه القوى حين يتم التصميم المناسبة.
- دمج وظائف ذكية: الحساسات والمراقبة في الزمن الحقيقي تجعل المعدات ليس فقط واقية بل تفاعلية.
- إمكانية تصميم مخصص: عبر النانو، يمكن تعديل الصلابة، امتصاص الطاقة، والتوزيع حسب اللاعب أو الرياضة.

التحديات والقيود

على الرغم من الإمكانيات الكبيرة، هناك عدة تحديات مهمة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار:

تكلفة التصنيع: المواد النانوية غالباً أغلى، ومعالجة النانو والتوفير على نطاق واسع يمثلان تحدياً كبيراً.

التوزيع الموحد للجسيمات/البنى: إذا لم تُوزع الجسيمات النانوية أو المصفوفة بشكل متساوٍ، قد تحدث نقاط ضعف أو تفشل الحماية مبكراً.

اختبار الأداء الواقعي: الكثير من الأبحاث تنجز في المختبر، لكن ظروف اللعب الحقيقية مع اصطدامات متكررة، حرارة، عرق، تؤثر على الأداء.

المعايير والتوافق مع هيئات الرياضة: يجب أن تكون المعدات المطوّرة معتمدة من قبل الهيئات المختصة، وإلا لا يمكن استخدامها في المسابقات الرسمية.

قضايا بيئية وصحية: بعض المواد النانوية قد تُفرج أثناء الاستخدام أو التصنيع، وقد يكون لها أثر بيئي أو صحي طويل الأمد (مثلاً استنشاق الجسيمات).
إعادة التدوير والاستدامة: المواد المعقّدة قد تجعل إعادة تدوير المعدات أصعب، مما يُشكّل تحدّي لاستدامة الصناعة.

اتجاهات المستقبل

- تطوير مواد نانوية أكثر تقدّماً توفر امتصاصاً للطاقة متعدّد ضربات (multi-impact) بدلاً من ضربات واحدة.
- تطوّر “خوذ ذكية” تحتوي مستشعرات نانوية ومراقبة حيوية لحالات الرأس أو الاصطدامات.
- تصميم بطانات نانوية قابلة للتكيّف (adaptive materials) تتغيّر صلابتها بناءً على سرعة الضربة أو موضعها.
- الجمع بين النانو و Internet of Things (IoT) في معدات الحماية: بيانات مباشرة عن اللاعب، تأخير التبديل، تنذيرات إصابات.
- تحسين الإنتاج والتكلفة، وإخراج هذه التقنيات إلى المستهلك العادي وليس فقط الرياضي المحترف.

النانو تكنولوجي في ملابس السباحين

الخلفية العلمية والضرورة

تُعد ملابس السباحة الرياضية من أكثر الملابس تطلباً من حيث الأداء: فهي تتعرّض للماء، للضغوط الناتجة عن الحركة، للكلور أو المياه المالحة، وتحتاج للسرعة، التهوية، وخفة الوزن. عند هذا المستوى، دخلت تقنية النانو – التي تسمح بتعديل مواد على مقياس النانومتر (جزء من مليار متر) – لتحسين خواص الأنسجة المستخدمة في ملابس السباحة: مثل تقليل مقاومة الماء، تسريع الجفاف، مقاومة الكلور،

منع امتصاص الماء، وتحسين الانسيابية (hydrodynamics). مثلاً، تقرير في مجلة Nano Magazine يقول إن “الأقمشة التي تُعالج بطبقات نانوية تقلّل من السحب (drag) عبر الماء، وتحسّن وضعية الجسم الهيدروديناميكية”. كما أن بعض الشركات أعلنت عن أقمشة سباحة تُجفّ بسرعة أو طارد للماء بفضل معالجة نانوية. بالتالي، أصبح من الممكن الحصول على لباس سباحة ليس فقط مريحاً، بل فعالاً من حيث الأداء تحت الماء.

المواد والتقنيات النانوية المستخدمة

فيما يلي تفصيل دقيق للمواد والتقنيات التي تُستخدم في ملابس السباحة الرياضية المدعّمة بتكنولوجيا النانو: طلاءات على الألياف — خاصية طرد الماء (hydrophobic coatings)

- تُعالج ألياف النسيج بطبقات نانوية أو تُستخدم جسيمات نانوية (مثل SiO_2 أو TiO_2 أو فلوروسيلان) لخلق سطحاً طارداً للماء، أي أن الماء «يتجّـر» في قطرات وينزلق بدلاً من أن يمتص.
- مثال: شركة Sun Dry Technologies طوّرت قماش سباحة يُعالج بتقنية نانوية، يقولون عنه “fabric cannot soak up liquid ... after wearing the suits are simply shaken to dry.”
- كذلك، تقرير swim «Now, ‘hydrophobic nanotech’ trunks that repel water and stains» بوليستر معالج نانو-هيدروفوبيك يستطيع مقاومة الكلور والملوحة.
- الآلية: الطبقة النانوية تقلّل التوتر السطحي بين النسيج والماء، وتُخلق طبقة هواء دقيقة بين القطرات

والنسيج، مما يقلل احتكاك الماء ويسهل الحركة تحت الماء.

تقنيات النسيج والسطح — تقليل السحب (Drag reduction)

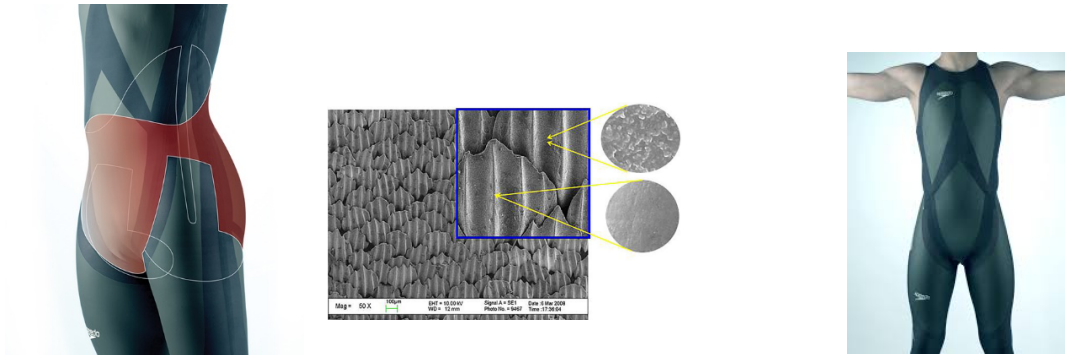
- بعض أقمشة ملابس السباحة التقنية اعتمدت على تصميمات مستوحاة من جلد القرش (shark-skin) أو سطح نانوي خشن/محكوم لتقليل السحب في الماء. تقرير مثلاً يقول إن لباس سباحة رياضي استخدم “nanotextured surfaces to reduce drag by mimicking shark skin”.
- مادة مثل تلك التي طوّرتها شركة Speedo في بدلتها “LZR Racer” اعتمدت تكنولوجيا من NASA Langley Research Center لاختبار الأنسجة في أنفاق هواء .
- تُستخدم في هذه التقنية ألياف فائقة التوجيه، أو سطحاً متكتلاً نانوياً لتقليل تمزّق الماء وتأثيره على النسيج، مما يُعطي سباحاً سرعة أكبر وتحكماً أفضل. مقاومة الكلور، التلوّث، والجفاف السريع
- في البيئة المائية، الكلور والمياه المالحة تؤثران على النسيج واللون والوزن. معالجة نانوية تساعد على زيادة مقاومة النسيج للكلور وتثبيت اللون. مثلاً، موقع Nova Swimwear أعلن أن تقنيته النانوية تجعل القماش «water-repellent, chlorine resistant
- أيضاً، معالجة النانو تُسهّل تجفيف القماش بسرعة بعد الخروج من الماء، بفضل خاصية طرد الماء وامتصاص أقل. وهذا مهم للراحة وسرعة الانتقال إلى الطفو أو في سباقات التتابع.

وظائف إضافية — مضادة للبكتيريا، حماية من الأشعة فوق البنفسجية، تنظيم حرارة الجسم
 بعض ملابس السباحة تحمل جسيمات نانوية مضادة للبكتيريا (مثل الفضة الذهبية) لتقليل الروائح الناتجة عن العرق أو التعرض الطويل. (على الرغم من أن هذه الخاصية أكثر شيوعاً في الملابس الأرضية، إلا أنها تجد طريقها إلى ملابس السباحة أيضاً)

• كذلك، يمكن دمج جزيئات نانوية لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية (UV-blocking nanoparticles) أو لتحسين تنظيم حرارة الجسم، خصوصاً في الرياضات المائية في الهواء الطلق .

أمثلة تطبيقية في ملابس السباحة الرياضية

مثال 1: بدلة سباحة تقنية عالية الأداء



شكل (10)

بدلة Speedo LZR Racer التي ظهرت في أولمبياد بكين 2008، استخدمت نسيجاً تم اختباره في مختبرات ناسا لتقليل السحب. حسب تقرير، “ fabric I tested in a laboratory in

Hampton... what we look at are concepts for reducing
”drag

النتيجة: فتح المجال أمام سباحين لكسر أرقام قياسية بفضل
تقنيات النانو والسطح المحسّن. لكن لاحقاً، تم حظر بعض
بدلات «الجسم الكامل» من قبل FINA لأنها أعطت ميزة تقنية
كبيرة.

تحليل الأداء: السطح المحكم، طرد الماء، تقليل مساحة
الاتصال بين القماش والماء، والمرونة العالية ساعدت الرياضي
على الانسياب بسرعة أكبر.

الفوائد التقنية والمزايا

من خلال ما سبق، يمكن تلخيص الفوائد التي تقدّمها تقنية
النانو في ملابس السباحة الرياضية كالتالي:

- تقليل مقاومة الماء: (drag) بفضل تصميم السطح والنسيج المحسّن، يتحرك الرياضي عبر الماء بكفاءة أعلى.
- جفاف أسرع وخفة وزن: طرد المياه يجعل البدلة أخف بعد الخروج من الماء، ويسهل التنقل أو الانتقال إلى السباق التالي.
- تحسين الثبات والأداء: القماش لا يتميز فقط بسرعة الحركة، بل يوفر أيضاً ثباتاً أفضل في الوضعية تحت الماء، مما يقلل التشوّت ويزيد التركيز.
- مقاومة العوامل (الكلور، الملوحة، الشمس): المعالجات النانوية توفر مقاومة أكبر للكلور وتأثيرات البيئة مما يطيل عمر الملابس.
- راحة أعلى وتنفسية أفضل: بعض التقنيات المدمجة تسمح بمرور الهواء والبخار (العرق) بشكل أفضل، مما يقلل انزعاج الرياضي.

- وظائف إضافية :مثل الحماية من الأشعة فوق البنفسجية، مقاومة البكتيريا أو الروائح، وتحسين ترطيب الجلد أو تنظيم حرارة الجسم.

التحديات والقيود

على الرغم من هذه المزايا، هناك عدة تحديات مهمة يجب الإلمام بها:

- التكلفة :تصنيع أقمشة معالجة نانو أو ذات تصميم سطح نانوي معقد يزيد من تكلفة المنتج، مما قد يجعلها أقل انتشاراً لعامة المستخدمين.
- قوانين المنافسة :كما في حالة بدلات السباحة التقنية العالية، هناك احتمال أن تُعتبر ميزة تقنية تعطي سباحاً «أفضلية غير عادلة» ويُحظر استخدامها في المنافسات.
- توزيع المعالجة النانوية :إذا لم يُطبّق الطلاء أو المعالجة النانوية بشكل متساوٍ على القماش، قد تحدث تفاوتات في الأداء أو ضعف نقاط مما يقلل الفائدة.
- استدامة وإعادة التدوير :الأقمشة التي تحتوي على معالجات نانوية قد تكون أكثر صعوبة في إعادة التدوير، كما أن بعض الجسيمات النانوية قد تُحرّر في الفسيل أو الاستخدام، ما يدعو للنظر في التأثير البيئي .
- التأثير الطويل الأمد على الجلد أو البيئة :رغم أن غالبية الشركات تقول إن المعالجات النانوية «آمنة للجلد»، لكن الاستخدام المكثف، أو تراكم المواد النانوية عبر الزمن يجب أن يُراقب.
- الحقيقة التطبيقية vs النتائج المختبرية :كثير من الأبحاث تُجرى في بيئات مختبرية محكمة، لكن في الواقع تحت الشمس، الكلور، التعرّيق، الحركة المكثفة قد يقلل الأداء المتوقع.

النانو تكنولوجيا في الدراجات الهوائية

الخلفية التقنية

في عالم الدراجات الهوائية، يعتبر الإطار (Frame) أحد أهم مكونات الدراجة: يحمل وزن الراكب والمكونات الأخرى، ينقل الطاقة من العضلات إلى العجلات، يتحمل القوى الناتجة عن التسارع، الزوايا، الاهتزازات، والاصطدامات. لذلك، التطوير في مواد الإطار يؤدي مباشرة إلى تحسينات في الأداء.

في البداية، كانت الإطارات تصنع من الفولاذ (Steel) ثم الألمنيوم (Aluminum) ثم الألومنيات الأخف وزناً، وبعدها ألياف الكربون (Carbon Fiber Composite) أصبحت المعيار في الدراجات عالية الأداء. أما الآن، فقد دخلت تكنولوجيا النانو كخطوة لتعزيز ألياف الكربون أو المصفوفات البوليمرية التي تحيط بها، بهدف تحقيق خفة وزن أكبر، صلابة أعلى، متانة أفضل، وتحسين نقل الطاقة. على سبيل المثال، أعلن عن دراجة تحمل إطاراً «nanotechnology-based frame»

باستخدام أنابيب الكربون النانوية (CNTs) من شركة Easton بالتعاون مع Zyvex Technologies.

كما رُصدت براءة اختراع كورية لتصنيع إطار دراجة باستخدام أنابيب الكربون النانوية ضمن الراتنج، مما يدل على أن التقنية ليست مجرد إعلان تسويقي بل تدخل عمليات التصنيع

المواد والتقنيات النانوية المستخدمة

أنابيب الكربون النانوية (CNT) داخل المصفوفة أنابيب الكربون النانوية هي أسطوانات كربونية حجمها النانومتري، تُملأ بها المصفوفة البوليمرية أو تُدمج ضمن ألياف الكربون ضمن الإطار. عند دمجها بشكل صحيح، يمكن أن تُعزز الصلابة، مقاومة التشقق، ونقل القوى بكفاءة أعلى. على سبيل المثال، في إطار دراجة تم ذكر أن

«Nanotubes strengthen the resin in the matrix» في

إنتاج إطار Pro Machine

توزيع أفضل للمواد وتقليل العيوب (voids)

تقنيات التصنيع التي تستخدم النانو غالباً تحاول تقليل الفراغات (voids) أو التجاويف الصغيرة داخل المركب، لأن هذه العيوب تصبح نقاط ضعف تحت التحميل أو الاهتزاز. في إحدى الدراسات، استخدمت تقنيات النانو لتحسين رؤوس ألياف الكربون أو الربط بين الألياف والمصفوفة، مما يقلل العيوب ويزيد المواءمة (interfacial bonding).

تحسين الأداء الحراري والتوصيل

على رغم أن الإطار ليس نظاماً إلكترونياً، فإن بعض تقنيات النانو تحسن توزيع الحرارة أو تقلل التأثير الحراري أو الاهتزازي، ما قد يحسن المتانة أو يعيش الإطار أطول فترة. مثلاً، دراسة في مجلة Sensors اختبرت تقييم غير مدقّر لإطارات كربون باستخدام التصوير الحراري

مكونات الدراجة التي تستفيد من النانو

الإطار (Frame) ككل

الإطار المصنوع بتقنية النانو يعني أن كل أو معظم أجزاء الإطار – الأنابيب الرأسية، الأنابيب الأمامية، أنبوب المقعد، قاعدة التثبيت – يتم تصنيعها من مركب الكربون المدعم بنانو. هذا يوفر خفة وزن، صلابة، وتحكماً أفضل. مثال: إطار BMC Pro Machine استخدم CNT-technology ووزنه أقل بنسبة كبيرة .

الركازات والمكونات المرتبطة

ليس فقط الإطار، بل أيضاً بعض المكونات المرتبطة مثل مقبض المقعد (seat post)، الشوكة (fork)، أحياناً العجلات – في حالة استخدموا نفس التقنية – يمكن أن تستفيد من

النانو لتقليل الوزن والتشوه. مثلاً، تقنية Arovex من Zyvex استخدمت في صواف الدراجات (rims) لطائرات الجبل، مما يشير إلى أنها قابلة للإطار أيضاً

الربط الداخلي والمفاصل

في إطار الكربون التقليدي أو النانو، يكون لدى الإطار مفاصل أو نقاط تلاصق بين الأنابيب، أو بين الإطار والمكونات الأخرى. التقنية النانوية تساعد في تحسين الربط (adhesive bonding) أو تحسين خواص الراتنج المستخدم في تلك

المفاصل – كما في براءة الاختراع الكورية التي تستخدم CNT ضمن لاصق لدراجة

أداء الدراجة وإسهام النانو في التحسين

- نقل الطاقة بكفاءة أعلى: عندما يكون الإطار أكثر صلابة وأقل تشوّهاً، فإن الطاقة التي يضعها الراكب تُنقل إلى العجلة والمضّي أكثر، بدل أن تُفقد في تشوه الإطار أو الاهتزاز.

- وزن أخف: باستخدام مادّات مثل ألياف الكربون المدعّمة بالنانو، يمكن خفض وزن الإطار دون التضحية بالصلابة أو القوة – ما يعطي ميزة في التسلق أو التسارع.

- تحكّم واستجابة أفضل: الإطار الأقوى والثابت يمنح ردة فعل أسرع عند التوجيه أو التغيّر في الاتجاه – مهم في سباقات الدراجات أو استخدامات الأداء العالي.

- متانة وتحمل أعلى: بفضل تقليل العيوب الداخلية وتحسين البريد بين المواد، الإطار قد يتحمّل الضغوط والاهتزازات المتكرّرة لفترة أطول. كما ورد أن التقنية

“enhanced composite material ... significantly increased durability

- مراقبة السلامة والعمر الافتراضي: الدراسات التي استخدمت التصوير الحراري المكتشفة أعلاه (turn0search8) تشير إلى أن الإطارات الكربونية – خاصة عالية الأداء – تتطلب فحصاً غير مدقّر لتحديد التلف الخفي، ما يعني أن الإطار النانو ليس معفياً من هذا النوع من الفحص، لكنه ربما يقلل الحاجة أو يزيد الموثوقية.

الفوائد التقنية والتطبيقية

- خفة وزن مع نفس أو أداء أعلى – ما يعطي تفوقاً في سباقات السرعة أو التسلق.
- تحسين استجابة الدراجة وإحساس الراكب – ما قد يعطي ميزة تنافسية في السباقات الاحترافية.
- إمكانية تصميم أكثر جرأة: لأن المواد النانوية تجعل بعض الحدود التقليدية أقل تقييداً، يمكن تصميم أنابيب أرق أو هندسة أكثر حرية.
- تحسين المتانة والعمر الافتراضي – ما يقلل الحاجة لاستبدال الإطار أو الصيانة المتكررة.
- ميزة تسويقية وتجارية – دراجة تحمل علامة “Nano-Enhanced Carbon Frame” غالباً تجذب الرياضيين الجادين.

التحديات والقيود

- تكلفة عالية: المواد النانوية والمعالجة الدقيقة تجعل تكلفة الإطار أعلى، ما قد يجعلها أقل شيوعاً بين المستخدمين العاديين.
- التصنيع وتوزيع الجسيمات النانوية: لتحقيق الفائدة، يجب أن تكون الجسيمات النانوية موزعة بشكل متجانس

داخل الراتنج أو المصفوفة، وإلا يمكن أن تحدث نقاط ضعف.

- فحص التلف الخفي: حتى الإطارات النانوية تحتاج إلى مراقبة، لأن الكربون مركّب – التلف قد يكون داخلياً وغير مرئي، وقد يؤدي إلى كسر مفاجئ
- موافقة الهيئات: في سباقات الدراجات، هناك معايير وزن، شكل، وأحياناً مواد. استخدام تقنيات متطورة جداً قد يُشكّل ميزة تقنية كبيرة قد تُخضع للمراجعة أو القيود.
- خدمة ما بعد الاستخدام والاستدامة: إعادة تدوير الإطار يكون أكثر تعقيداً حين يحتوي على مواد نانوية أو طبقات متعددة، مما يثير مسألة الاستدامة والبيئة.
- الفرق الملموس للمستخدم العادي: الرياضي الهواة قد لا يشعر بالفرق الكبير مقابل تكلفة أعلى، أو قد تكون قدرته/تقنيته في الركوب لا تستفيد بالكامل من الميزات المتقدمة.

أمثلة تجارية / تجارب

- إطار الدراجة Cannondale SuperSix EVO LAB71 Frame: بينما لا يُعلن دائماً عن “نانو” بشكل صريح، هو مثال لإطار فائق الأداء من ألياف الكربون المتقدمة.
- إطار RS1 Carbon Racing Bike 700C: أيضاً مثال لإطار كربون خام، ويمكن للشركات أن تطلق إصدارات “Nano-Carbon” منها.
- دراسة حول إطار Giant TCR Advanced SL Frameset تُشير إلى تحليل المادة الكربونية، وتُشير أمثلة تقنية أخرى إلى أن المستقبل القريب سيشهد إطارات تحمل تسمية “Nano-Enhanced Composite”

• التاريخ التجاري: مقال في Semiconductor Digest

وصف إطار BMC Pro Machine باستخدام CNT

Nanotechnology

التقنية الحديثة والمدرّب الرياضي

أن عملية تأهيل المدربين لاستخدام الأجهزة التقنية الحديثة في مجال التدريب أو القياس أو التقويم يساهم بدرجة عالية في زيادة إنتاجهم من حيث الرقى بمستوى لاعبيهم ، إلى جانب صقل مواهبهم وتطوير قدراتهم واستعدادهم مع الاطلاع المستمر على كل ما يستجد في مجال القوانين المنظمة للألعاب والأنشطة الرياضية المختلفة ، وبالتالي الوقوف على أحدث المعلومات والأساليب التدريبية الخاصة ليصبحوا بذلك قادرين على اختيار برامج التدريب المناسبة والاستفادة منها وفقاً للبيئة وخصائص المرحلة السنية التي يدربونها بالإضافة إلى تنظيم خططهم لتحقيق الأهداف الموضوعية .

أن المدرّب الرياضي هو المسؤول الأول والأخير عن عملية التدريب وهو المكوّن الرئيسي لها والعمود الفقري لأي رياضة والمثل والقُدوة لجميع اللاعبين، لذلك تلعب شخصية المدرّب الرياضي وسلوكه أكبر وأبلغ الأثر في تكوين شخصية اللاعب وتطوير قدراته.

أن الأجهزة الرياضية، التي خرجت إلى العالم اليوم وفق المفاهيم العلمية والتقنية المتطورة هي التي تعبر عن مستوى تكنولوجيا العصر الحديث حيث يوجد الآن عددا هائلا من الابتكارات والاختراعات المتنوعة التي تخدم المجالات الرياضية المختلفة والتي يرجع إليها الأسباب الحقيقية لتنمية وسهولة الحصول على المعلومات وتسجيلها وتحليلها، كما انه يمكننا بسهولة شديدة إدراك أهمية

التكنولوجيا الرياضية من خلال نظرة شاملة وسريعة على الإنجازات الرياضية الأولمبية والعالمية أن تأثيرات تكنولوجيا النانو مجال يستحق الدراسة، فالمتوقع ان يكون النجاح حليف هذه التكنولوجيا، فالأرباح المتوقعة بحلول عام 2015 تصل إلى تريليون دولار، وهذه التكنولوجيا سوف تؤثر في كل حياتنا بشكل ملموس بدأ من الأدوات الشخصية كالتياب ونهاية بالطاقة النظيفة. من هنا لزم أن يعرف المدرب مدى تأثيره على لاعبيه ، وان عمله لا يقتصر على توصيل معلوماته وخبراته إليهم فحسب بل يتعدى ذلك إلى المجال التربوي ، حيث يعتبر في هذه الحالة المثل والقذوة التي يحتذي بها ، لذا وجب عليه أن يترفع عن الصفائر ، وان يشاركهم أفراحهم وأحزانهم ويدفعهم لاكتساب العلوم ، والمعارف الجديدة المتطور من هنا يتجسد الدور الذي يجب أن يقوم به من اجل إعداد جيل قادر على العمل والبناء مؤمناً بالقيم التربوية النبيلة ، قادراً على استيعاب كل مستجدات العصر ، يستطيع أن يربط بين حبه وتفانيه لرياضته التي يدرب فيها وولائه لربه وانتمائه لمجتمعه ووطنه .

مخاطر تقنية النانو

أن الاستخدام غير المشروع لتقنية النانو في تصنيع التجهيزات والأجهزة الرياضية يدعو إلى القلق ، فاستخدام مواد وأجهزة بتقنيات عالية تعمل على تحسين الأداء والالانجاز للاعب أو مجموعة لاعبين دون غيرهم، يمثل استخداما غير شرعي وغير قانوني، كونها ستعطي بعض الرياضيين أفضلية على الآخرين دون حق ، هذه الأفضلية ستكون ميزة للاعبين

والدول من دول معينة دون غيرهم مما يفقد المنافسات الرياضية العالمية والاولمبية واحدة من أهم عناصرها وهي العدالة والتساوي في الفرص لجميع المتسابقين ، اليوم وغدا تواجه الرياضة العالمية بكافة ألعابها ومنافساتها انطلاقة علمية ذات طابع تقني كبير سيكون لها تأثير كبير وعميق في أداء وانجاز الرياضيين أفرادا وفرقا .

أن هذا الأمر وبقدر ما سيمنح الرياضيين فرصا أكبر للتقدم ومزيد من التسهيلات التي ستساهم في تحسين الأداء والانجاز، إلا أن الأمر لن يخلو من غبن(تجني) محتمل للرياضيين في العديد من الدول التي لا تمتلك تقنية النانو الذين لن يجدوا فرصا متساوية في التنافس والفوز، مما يتطلب الوعي والثقافة للعاملين بالوسط الرياضي لما سيواجههم ورياضيهم من تحديات اليوم وفي المستقبل.

أن المعروف من أبحاث النانو تكنولوجي في المجال الرياضي ليس سوى جزء صغير من التطبيقات الحالية والمحتملة للتطورات المستقبلية في تكنولوجيا النانو، تجاهل أهمية تكنولوجيا النانو سيكون فشلا خطيرا للعلوم في العالم، فتكنولوجيا النانو ستكون فرعاً كبيراً جداً من البحوث لزيادة تحسين شتى مجالات مجتمعنا في المستقبل.

لا آمل للدول النامية في مستقبل جيد دون أن تسير مع الدول المتقدمة في هذه التكنولوجيا خاصة ، وإذا كنا في مراحل سابقة لم نستطيع مجازاة الدول المتقدمة في بعض نواحي التكنولوجيا ، فان عدم مجارتنا لهم الان في تكنولوجيا النانو ستسبب شكل مختلف من التأخر سينتهي غالباً بفناء تلك الدول ، والأمل في مبادرة عربية لتكنولوجيا النانو كما أعلنت الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي مبادرتهم عن النانو تكنولوجي ، أن الفارق بين الدول التي بدأت بتكنولوجيا النانو

ليس بعيداً بالقدر الذي نتصوره عن الدول التي لم تبدأ ولكنها رغبة أن تظل دول تمتلك التكنولوجيا وتنتج ودولاً أخرى تبتعد عنها وتستهلك تلك المنتجات تتبني هوب شند مديرة البحث بمجموعة "إي تي سي" الكندية للدعم الاجتماعي، الدعوة لتعليق نشاط أبحاث تقنية النانو لحين التأكد العملي بالاختبارات الموثوق بها من أنه لا يحمل أي تهديد للسلامة والصحة والبيئة، تقول شند "إذا ما كانت هناك دراسات صناعية توضح سلامة هذه المنتجات نريد الاطلاع عليها.

يقول زاك غولدسميث المدير بمجلة ايكلوجسيت "إن مجتمع تقنية النانو لا يتحدث عن المخاطر المتوقعة، لا أحد ينكر أن تقنية النانو هي أقوى أدوات عرفت لها البشرية ولكن من الجنون المهاجمة بغير نقاش، فالناس متخوفون ولهم عذرهم، والعلماء ارتكبوا أخطاء كثيرة قاتلة مثل دي دي تي والثاليدوميد، والخطأ مع تقنية النانو سيكون أخطر بكثير مما سبق"

وأجرت البروفيسور فيفيان هوار أستاذة علم الأمراض ومسبباتها بجامعة ليفربول بإنجلترا، دراسة على جزيئات متناهية في الصغر تستخدم في تقنية النانو، وجدت أن هذه الجزيئات يكون لها سمية إذا وصلت إلى مناطق ضعيفة من الجسم البشري.

تقنية النانو مثلها مثل أي تقنية أخرى لها جانب إيجابي وجانب سلبي، فبالرغم من فوائدها العظيمة فإن لها بعض المخاطر، ويمكن تقسيم هذه المخاطر إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

٦-مخاطر على الإنسان:

علمنا مسبقاً مدى صغر جسيمات النانو، فقد يكون من المستغرب أن لها تأثيراً "خطراً" على جسم الإنسان ولكن

بالرغم من المميزات المفيدة لهذه الجسيمات فإنه بناء على صغر حجمها فإن أي جسيم بحجم 300 نانو متر له القدرة على الدخول لجسم الإنسان بكل سهولة وبدون أي مقاومة، كما أنه باستطاعتها الانتشار وإحداث الضرر في الجسم، وجسيم بحجم 70 نانو متر يستطيع الدخول في نواة الخلية. أجريت بعض الدراسات على الحيوانات في المختبر، وقد أظهرت أنه عند دخول الجسيمات إلى جسم الإنسان فإنها تتجمع في الدماغ وخلايا الدم والأعصاب، مما يعني أنه من الممكن تصنيف هذه الجسيمات ضمن المواد التدميرية لجسم الإنسان.

2-مخاطر على البيئة:

تتمثل أهم مخاطر تقنية النانو على البيئة في شكلين أحدهما التراكم البيولوجي والذي ينشأ من تراكم مواد النانو الغير مرغوب فيها والآخر في صغر حجمها حيث سيصعب كشفها وتنظيفها وإزالتها من البيئة.

3-مخاطر في أماكن العمل:

أن مواد النانو قد تكون مواد عالية الانفجار، وذلك نظرا إلى كبر مساحة سطحها مقارنة بحجمها، فتخزين مواد النانو بكميات كبيرة ونفس المكان لمدة كبيرة قد يعرضها للانفجار. يذكر لين فوستر أن تقدير الخطر الناتج من مواد النانو يجب أن يحتوي على أربعة خطوات هي: -

- التعرف على نوعية الخطر
- تقدير خصائص الخطر
- تقدير التعرض للخطر
- حساب المخاطر.

مستقبل تقنية النانو

تؤكد التنبؤات الآمنة على المدى البعيد أنه يمكن لأبحاث تقنية النانو التوصل لأحجام لم نكن نعرفها من قبل، ويؤدي ذلك في مجال الصناعة فقط كمثال إلى تحويل الصناعات إلى صناعات رقمية، فالمنتجات في العالم كله ستتحول إلى منتجات رقمية، وسيصبح الأمر مثل الاستماع إلى الموسيقى تناسب عبر الانترنت دون وجود فرقة موسيقية أو رؤيتها، وسيمتد الأمر ليشمل قواعد التصنيع، خطط التخزين، وسائل النقل، التوزيع الأمثل، انخفاض التكاليف.

أن العلماء الذين يسعون لقراءة المستقبل يتوقعون ان يصبح كل شيء مقابل دولار واحد لكل رطل، ولكنهم يؤمنون بالمقولة الصينية " أن المغفل فقط هو الذي يتنبأ بالمستقبل.

التصورات المستقبلية في مجال النانو تكنولوجي

- المصانع المستقبلية ستقوم بعمل كل شيء، من الأثاث حتى الصواريخ بجودة تتفوق على كل ما صنع قبلا وبتكلفة ضئيلة جدا، ستتمكن بعض الكمبيوترات من الاندماج مع العقل البشري مضيئة بالتالي ذكاء إلى ذكائه الطبيعي بنسبة كبيرة.
- ويمكن زرع آلات دقيقة جدا تسير في الدورة الدموية لمحاربة المرض أو الضعف.
- يمكن باستخدام هذه التقنية أن يتم «تفصيل» مركبات من ذرات معينة انتقائيا باليد، وسيصبح بالإمكان إيجاد مركبات بمواصفات ليست موجودة في الطبيعة، وبكل المقاييس من المستوى الذري إلى مستوى ناطحات السحاب، وبالتالي إيجاد عمليات تصنيعية زهيدة الثمن وعالية الأداء، مما سيمهد الأساس لمستقبل مزدهر لتقنية المعلومات.

- كما نعلم أننا الآن اصحبنا في عصر يكثر بحجم الحاسبات بشكل كبير وبالتالي فهذه التقنية ستمكننا من الحصول على حاسبات في أحجام ساعات اليد أو أصغر.
 - بالنسبة للملابس ستمكن من وضع معلومات حول صحتنا وإزالة الأتربة بها وخاصة التسخين والتبريد.
 - وسيمكن صناعة غرفة عمليات كاملة في كبسولة صغيرة، يتم وضعها داخل جسم المريض لتقوم بتنفيذ برنامج العملية الذي يرمجه الطبيب فيها حسب حالة المريض.
- المراجع
- الشرق الأوسط، جريدة. (2002). مضارب تنس ذكية بتقنيات عالية لتحسين أداء الرياضيين وتقليل إصاباتهم. العدد 7806، لندن.
- الشيخ، يوسف. (1982). الميكانيكا الحيوية. القاهرة: دار المعارف
- بسيوني، عبد الحميد. (2008). مفاهيم تكنولوجيا النانو. القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
- حسام الدين، طلحة. (1993). الميكانيكا الحيوية: الأسس النظرية والتطبيقية. القاهرة: دار الفكر العربي.
- زغلول، محمد سعد وأبوهرجه، مكارم حلمي، وسعيد، هاني. (2001). تكنولوجيا التعليم وأساليبها في التربية الرياضية. القاهرة: مركز الكتاب للنشر.
- صلاح، طارق محمد (2004). التقنيات الحديثة لتطوير قدرات السرعة في السباحة للمسافات القصيرة. المجلة العلمية للتربية البدنية والرياضة، (53)، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة طوان.

- عادل عبد البصير. (1988). الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي (الطبعة الثانية). القاهرة: مركز الكتاب للنشر.
- علاء الدين، جمال محمد. (1980). دراسات معملية في بيوميكانيكا الحركات الرياضية. القاهرة: دار المعارف.
- ليند، و.، ووليامز، إ. (2007). تكنولوجيا النانو (ترجمة خالد العمري). الجيزة: دار الفاروق للاستثمارات الثقافية.
- A3 Performance. (2024). Phenom technical racing swimsuit product information. A3 Performance. <https://www.a3performance.com>
- Ableism and general human performance enhancement: Demand on governing new technologies in sports increase. (2008, December 9). Nano Technology Magazine for Small Science, (9).
- Deccan Chronicle. (2014, May 25). Now, hydrophobic nanotech swim trunks that repel water and stains. Deccan Chronicle. <https://www.deccanchronicle.com/140525/technology-latest/article/now-hydrophobic-nanotech-swim-trunks-repel-water-stains>
- Devin, T. (2008). Nanotechnology in sports [EE453 Project Report]. Nevada Nanotechnology Center, University of Nevada, Las Vegas.
- Haake, S. J. (2009). The impact of technology on sporting performance in Olympic sports. Journal of Sports Sciences, 27(13), 1421–1431. <https://doi.org/10.1080/02640410903178376>

International Journal for Scientific Research & Development (IJSRD). (2017). Use of nanotechnology in textile materials and sports clothing. IJSRD, 5(7), 38–41.

<https://www.ijsrd.com/articles/IJSRDV5I70038.pdf>

Kevin, M. (2004, November 17). Nanotech could put a new spin on sports. USA Today Journal.

Knitting Industry. (2009, August 6). Swimwear that dries instantly uses nanotechnology. Knitting Industry.

<https://www.knittingindustry.com/swimwear-that-dries-instantly-uses-nanotechnology>

LI, Y.-J., & Wu, C.-Y. (2004, November). The influence of nanotechnology toward sports. Paper presented at Athens 2004: Pre-Olympic Congress – Sport Science Through the Ages: Challenges in the New Millennium, Thessaloniki, Greece.

Maney, K. (2004, November 17). Nanotech could put a new spin on sports. USA Today Journal.

Nano Magazine. (2024, March 11). How nano's gains are revolutionising the sports industry. Nano Magazine. <https://nano-magazine.com/news/2024/3/11/how-nanos-gains-are-revolutionising-the-sports-industry>

NanoWare Project (Erasmus+). (2021). Nanotechnology in sport clothing and sport shoes. NanoWare Foundry.

<https://www.nanoware.erasmusplus.website/data/files/nanowarefoundry.pdf>

Nanowerk. (2009). Nanotechnology applications in sports textiles. Nanowerk News. <https://www.nanowerk.com/news/id9364.php>

NASA Spinoff. (2024, July). LZR Racer swimsuit testing and drag-reduction research. NASA Spinoff Program. <https://spinoff.nasa.gov>

Nova Swimwear. (2023). Water-repellent swimwear. Nova Swimwear Official Website. <https://www.novaswimwear.com/water-repellent-swimwear>

Olympia Textiles. (2023). Olympia hydrophobic nanofabric blog. Olympia Blog. https://www.knittingindustry.com/uploads/6858/Olympia_Blog_698x408-300x192-cropped.jpg

Reddit / Juniper Publishers. (2019). Environmental concerns of nanomaterials in textiles. Reddit. https://www.reddit.com/r/u_JuniperPublishers-fT/comments/cz4s93

Royal Society Publishing. (2010). Hydrodynamic principles in sharkskin-inspired materials. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 368(1929), 473–489. <https://royalsocietypublishing.org>

Subic, A., & Ujihashi, S. (2008). The impact of technology on sport: Solution to the mystery of the effect of

string tension on the actual impact between a tennis ball and racket. Saitama Institute of Technology, Okabe, Saitama, Japan.

URL

source:

<http://www.nanoforum.org/educationtree/modernlife/modernlife-sportsequipment.htm>

CV.

Prof. Dr. Ahmed M. Abdel Salam
College of Sports Sciences
and Physical Activity
King Saud University



السيرة الذاتية
أ.د. أحمد محمد عبد السلام
كلية علوم الرياضة والنشاط البدني
جامعة الملك سعود

البيانات الشخصية

الوظيفة الحالية: أستاذ بقسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي
- كلية علوم الرياضة والنشاط البدني - جامعة الملك سعود
بريد الكتروني: amohmed@ksu.edu.sa

- عضو لجنة الايزو كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود
- عضو لجنة الجودة كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود
- عضو الاتحاد الأسترالي للطب الرياضي www.sma.org.au
- عضو الجمعية الأمريكية للتربية الصحية www.aahperd.org/aahe
- عضو المجلس الدولي للصحة والتربية البدنية والترويج والرياضة والتعبير الحركي ICHPERSD
- الاشراف ومناقشة العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه بمصر والسعودية.

الاسم: أحمد محمد عبد السلام
تاريخ الميلاد: 1970/9/30 م
الدرجة العلمية: أستاذ دكتور

- فائز بجائزة الامير فيصل بن فهد الدولية لبحوث تطوير الرياضة العربية في الدورة السادسة (تقديرية)
- رئيس قسم الصحة وعلوم الحركة بكلية التربية البدنية والرياضة سابقاً
- عضو لجنه المحكمين لترقيات الأساتذة والأساتذة المساعدين بجمهورية مصر العربية
- عضو مجلس مقومين جامعة الملك سعود لتطبيق نظام إدارة الجودة
- عضو ومقرر مركز بحوث كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود.
- عضو وسكرتير تحرير المجلة العلمية كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود

النشر العلمي

- 1.Comparative Analysis of Heart Rate Variability and Arterial Stiffness in Elite Male Athletes after COVID-19(2024)
Mohamed M. Ammar Mohamed M. Ammar 1, *, Nouredine M. Ben Said 2, Younes N. Ben Said 3, Ahmed M. Abdelsalam 2, Sergey P. Levushkin 4, Aleksey Laptev 5, Mokhtar Inoubli 6 and Mehdi Chlif 7,8
2. Understanding the Influence of Family Dynamics and Sports Psychology on Youth Athlete Nutrition(2023))
AKBGOA Abdullah Ghurm Alshehri1, Sulaiman Omar Aljaloud2, Ahmed Mohamed ...
ASEAN Journal of Psychiatry 24 (10), 17-
- 3.The Role of Sports Academies in Developing Saudi Sports from Society's Perspective(2022))
AAA Khalid S Aljaloud, Ahmed M Abdulsalam, Osama E Aljuhani, Abdullah G Alshihre
Advances in Physical Education 12 (3), 236243-
- 4.Where do adult and youth national team players come from geographically?(2022))
PTAAPAM Abdulsalam
Addaiyan Journal of Arts, Humanities and Social Sciences, 4 (10), 18-
- 5.School Injuries in Children with Mild Intellectual Disabilities (2022))
AAA Khalid S Aljaloud1*, Ahmed M Abdulsalam2
Sports Injuries & Medicine 6 (2), 15-

6. Impact of Acute Eccentric versus Concentric Running on Exercise-Induced Fat Oxidation and Postexercise Physical Activity in Untrained Men(2020))
AA Shaea Alkahtani ,1 Osama Aljuhani,2 Nasser Alkhalidi,1 Naif Almasuod,1 ...
BioMed Research International 2020, 8
7. The Relationship Between Electronic Gaming and Health, Social Relationships, and Physical Activity among Males in Saudi Arabia (2019)
AMASM Abdullah Ghurm Alshehri
American Journal of Men's Health 13 (4), 16-
- 8.Common Injuries in Middle School Children With Mild Intellectual Disabilities in Saudi Arabia (2016))
AMASM Khalid Saad Aljaloud
European journal of sport science technology 8 (1)
- 9.Measuring Body Mass Index and the level of health-related fitness of middle school students with intellectual disabilities in Saudi Arabia (2014))
MAMAS Alsaihe T. A. 1
GAZZETTA MEDICA ITALIANA ARCHIVIO PER LE SCIENZE MEDICHE 173 (9), 443446-
10. The Relationship between Types of Football Injuries and Players' Positions in the Saudi Professional League(2013))
AS A. M.
Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 172 (11), 853857-
11. The Relationship Between Body Mass Index, Fat Ratio and Injuries in Children Aged 1215- Years (2011))
AMASM Abdullah Ghurm Alshehri
American Journal of Men's Health 13 (4), 16-
Middle-East Journal of Scientific Research 7 (5), 678682-



SSCFSSCFSSCF



SSCF

www.sscf.info
[@saudi_sscf](#)

