

تراكيب نانوية مذهشة من الطبيعة

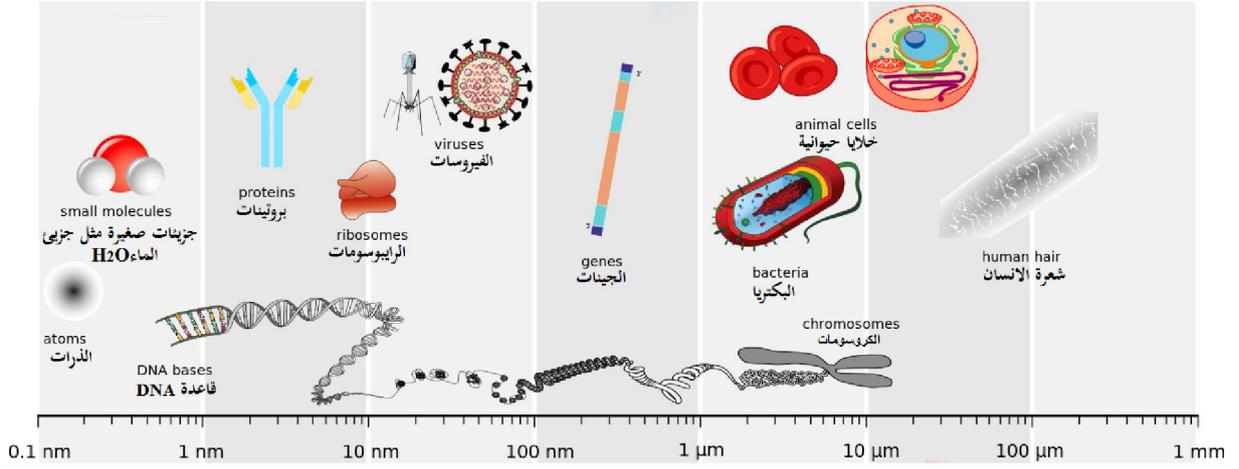
م.د. عماد هادي
م.د. نضال موسى
ا.م.د. مصطفى كامل جاسم
م.د. ايناس احمد جواد

قسم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) / جامعة بغداد
بغداد _ العراق

مقدمة:

يعتبر علم النانو (Nanoscience) واحدا من اهم واحداث العلوم الطبيعية في وقتنا الحالي ويعول عليه كثيرا في حل المشكلات والتحديات التي تواجهها البشرية مثل التلوث والحاجة المتزايدة للغذاء والطاقة والنااتجة من زيادة النمو والنشاط السكاني.

النانو (Nano) هي كلمة من اصل يوناني وهي مشتقة من الكلمة الاغريقية ناموس وتعني القزم (Nanos) ويقصد بها كل ما هو متناهي في الصغر. وفي الاصطلاح العلمي يقصد بالنانو جزء من المليار (10^{-9}) من وحدة القياس، فمثلا النانو ثانية ($nsec$) يعني ($10^{-9}sec$) اي جزء من المليار من ثانية وهكذا فان النانو متر (nm) يمثل ($10^{-9}m$) جزء من مليار من المتر. الشكل (1) يوضح مقارنة بين ابعاد بعض المواد الطبيعية المعروفة ابتداءً بشعرة الانسان والتي يمكن مشاهدته بالعين المجردة الى بعض المواد بالابعد المايكروية ($10^{-6}m$) والتي لا يمكن مشاهدتها بالعين المجرة مثل البكتريا والخلايا الحيوانية وكريات الدم الحمراء حيث يستعمل المجهر البصري لمشاهدتها، اما المواد التي تكون ابعادها اقل من المايكرو متر مثل الفيروسات والجينات الوراثية فلا يمكن مشاهدتها حتى بالمجاهر البصرية ويستعمل لمشاهدتها المجاهر اكثر تعقيدا وكلفة مثل المجهر الالكتروني ومجهر القوى الذرية المجهر الماسح النفقي.



شكل (1) مقارنة بين ابعاد بعض المواد المعروفة

عند تقليل ابعاد المادة من المقاس المرئي الى المايكروبي تبقى المادة محافظة على خواصها الكيميائية، الفيزيائية والبايولوجية، ولكن عن الاستمرار بالتقليل الى المقاس النانوي (عادة من 100nm فما دون) تبدأ خواص المادة بالتغيير وبشكل جذري، حتى ان بعضها يبدي خصائص معاكسة تماما لخصائصها في المقاس المرئي او المايكروبي.

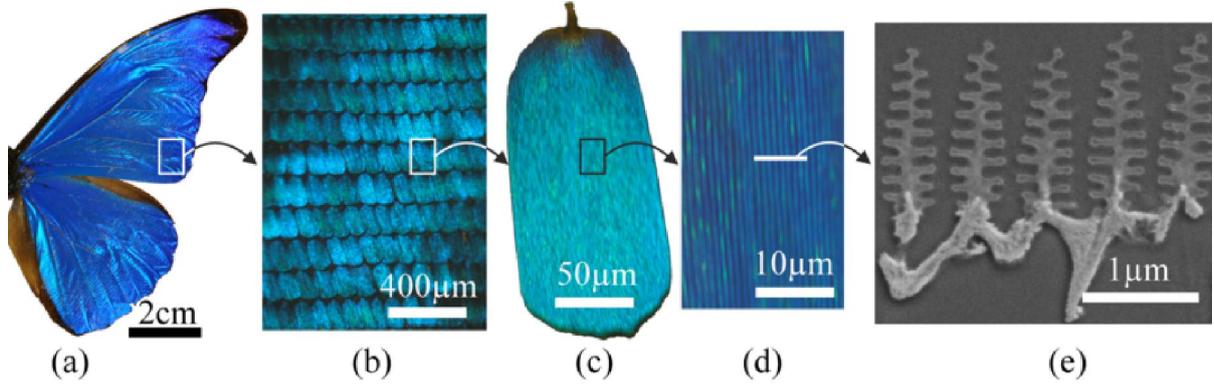
يهتم علم النانو بدراسة طبيعية المواد ضمن الأبعاد النانوية ودراسة خصائصها بغية الوصول الى فهم افضل لطبيعة الفريدة للمواد النانوية من جهة ومن جهة ثانية العمل على تحسين خواص مادة معينة من خلال اعادة ترتيب ذراتها ضمن المقاس النانوي او الحصول على مواد جديدة غير موجودة سابقا وبخواص متحكم بها مسبقا، وما التطبيقات الحديثة التي نراها اليوم مثل: الهواتف النقالة الذكية، والحواسيب، الا واحدة من تطبيقات تقنية النانو.

ان الذي يهمننا في مقالنا هذه هو التطرق لبعض التراكيب النانوية الطبيعة والتي وهبها الباربي عز وجل لبعض من مخلوقاته مما اتاح لها التمتع بصفات مميزة لا تتوفر في غيرها من الكائنات الحية. ولقد كانت تلك الكائنات محط اهتمام وتعجب.

ان الغاية من دراسة التراكيب النانوية الموجودة في الطبيعة يعود لسببين، الاول يرتبط بسعي الانسان الامكانيات الخاصة التي تمتلكها بعض الكائنات التي ساعدها على التكيف مع بيئتها، والثاني محاولة الاستفادة من تلك المعرفة للحصول على تطبيقات مفيدة. هناك المئات من الامثلة على الكائنات التي تمتلك تراكيب نانوية وسوف نقتصر هنا على ذكر بعض منها:

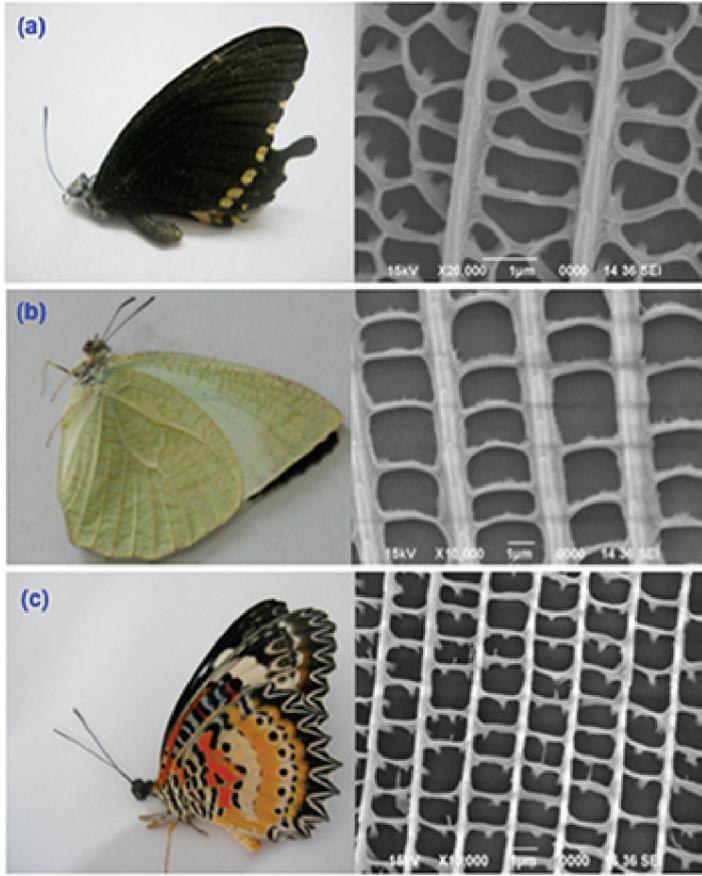
أولاً: الالوان الزاهية للفرشات

ان اللون معظم الكائنات الحية تكون ناتجة عن تفاعل الضوء الساقط عليها مع المواد الصبغية الموجودة في السطح الخارجي لها حيث يمتص جزء من الضوء وينفذ جزء وينعكس الباقي، ويظهر الكائن الحي (وحتى الجمادات) بلون الضوء الذي تعكسه الصبغة، ولكن الامر مختلف لدى الفراشات والتي تمتاز باللونها الزاهية البراقة ومتغيرة مع زاوية النظر. ان السبب وراء هذا التميز يعود الى احتواء جناح الفراشة على تراكيب نانوية تكون هي مصدر اللون الذي نشاهده، الشكل (2) يوضح صورة لجناح الفراشة مأخوذة باستعمال المجهر الالكتروني. حيث يلاحظ احتواء جناح الفراشة (شكل 2-a) على ما يشبه حراشف شفافة (شكل 2-b,c,d) ابعادها بحدود $(200\mu m - 70\mu m)$ ، و يتحكم بطبيعة اللون أو الالوان التي تعكسها تلك الحراشف طبيعة وعدد الحزوز التي تحتويها (شكل 2-e).



شكل (2) صورة لجناح فراشة والحراشف والحزوز النانوية

ان كون لون الجناح معتمدا على طبيعة الحزوز النانوية من حيث سماكتها والمسافة بين حزوزها يجعل بالامكان الحصول على طيف واسع من الالوان شديدة اللعان ومتغيرة اللون بتغير زاوية النظر.



الشكل (3) المجاور يوضح صور ثلاث فراشات ذات اللون مختلفة ويقابل كل واحدة منها صورة بالمجهر الالكتروني لحزوزها، يلاحظ ان لكل فراشة تركيب نانوي مميز لحزوزها وهو الذي يكسبها لونها المميز عن الفراشات الاخرى، كما ان نمط الحزوز غير موحد للفراشة الواحدة وهذا يظهر جليا في الشكل رقم (3-3) حيث يلاحظ ان اختلاف شكل الحزوز والنقوش التي يحتويها مما يسبب تلوّن الجناح الواحد باكثر من لون، تبعا لتغير طبيعة الحزوز التي يحويها، حيث يلاحظ ان لكل منطقة من الجناح هناك لون معين يميزها.

شكل (3) صورة لثلاث فراشات يقابلها صور بالمجهر الالكتروني لحزوزها النانوية

ان الفراشات ليست الكائنات الوحيدة التي تمتلك تراكيب نانوية تمنحها اللوانها البراقة، فهناك كائنات اخرى تمتاز باللوانها الزاهية والنااتجة من تراكيبها النانوية كما هو موضح بالشكل (4)، مثل الطاووس الذي يتغير لون ريش ذيله بتغير زاوية الرؤية، وكذلك الطائر الطنان، والحمامة التي تمتلك تراكيب نانوية في منطقة العنق تكسبها الوان زاهية اما اللون الرمادي للريش في باقي اجزاء جسم الحمامة فيعود الى الالوان الصبغية، وكذلك تمتلك بعض انواع حشرة الخنفساء تراكيب نانوية مشابهة تمنحها الوان براقة.



شكل (4) امثلة لبعض الكائنات التي تمتاز باللوان ناتجة من تراكيب نانوية

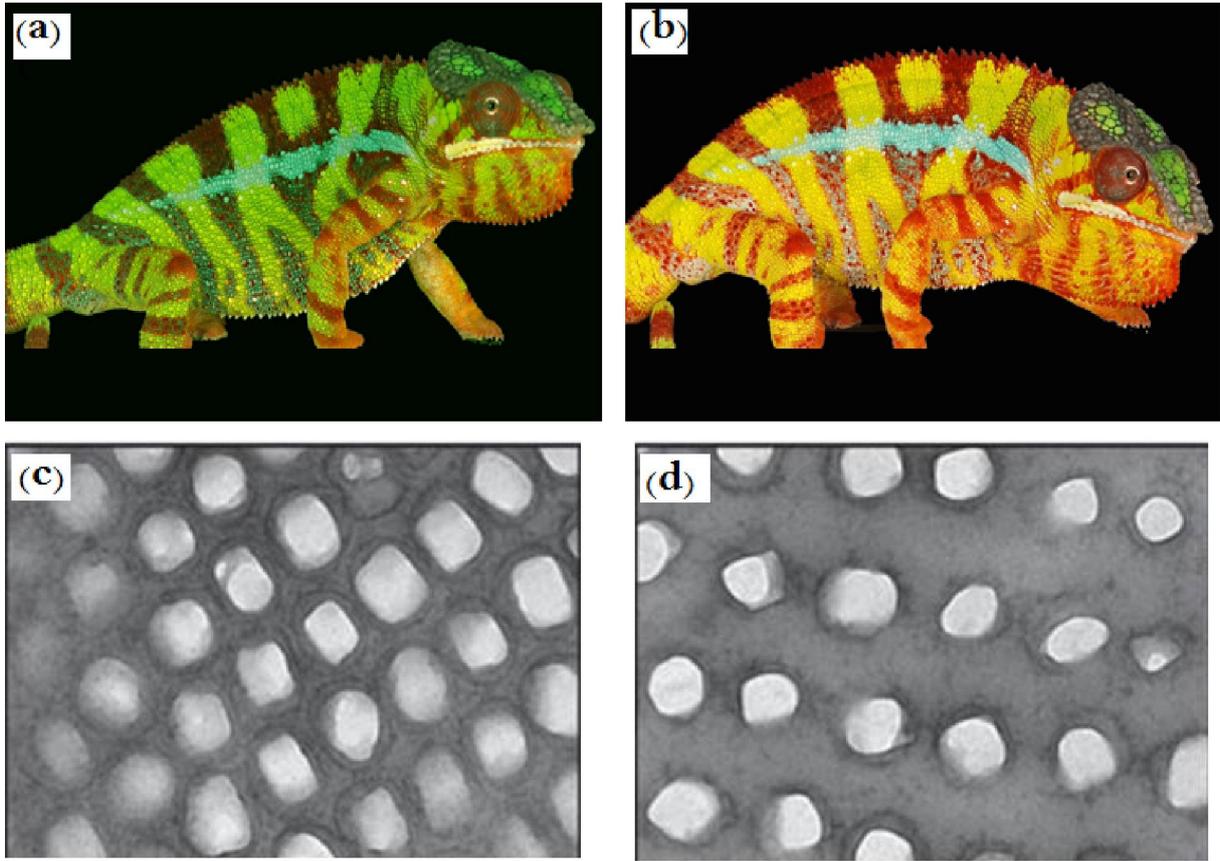
وقد عملت الكثير من الشركات التجارية الكبرى على الاستثمار في هذا المجال منها على سبيل المثال الشركات المنتجة لمستحضرات الزينة والملابس وذلك للحصول على منتجات بالوان براقه وزاهية مع امكانية تغير لونها تبعاً لزاوية النظر، كما هو موضح بالشكل (5).



شكل (5) بعض مستحضرات الزينة والملابس التي تستعمل تقنية النانو

ثانياً: الحبراء الذي يغير لونه

ضلت امكانية الحبراء لتغيير لون جلدها مثلاً يضرب ولغزاً يحير العلماء منذ القدم، الى ان تمكن الانسان اخيراً من فهم تلك الامكانية بفضل المعرفة التي اكتسبها من علم النانو، حيث تم استعمال المجهر الالكتروني في دراسة تركيبه ووجد ان للحبراء طبقة من تراكيب نانوية على شكل نتوءات تقع اسفل الطبقة الصبغية التي تغطي جلد الحبراء. الشكل (6) يوضح كيفية تغير لون الحبراء، فعندما يكون الحبراء في الحالة الاعتيادية الشكل (6-a) يكون لونه مائلاً الى اللون الاخضر و تكون نتوءاته النانوية متقارنة من بعضها البعض (6-c)، وفي حالة استثارة الحيوان (كأن يشعر بوجود خطر ما) يصبح لونه مائلاً الى اللون البرتقالي الشكل (6-b) وتكون نتوءاته متباعدة عن بعضها البعض الشكل (6-d)، ان تفسير تغير اللون هذا هو بسبب تقارب او تباعد النتوءات النانوية، ففي الحالة الاعتيادية تكون المسافات بين النتوءات صغيرة فتعكس الضوء ضمن الموجات القصيرة (الازرق) والذي يمتزج مع صبغة الجلد الصفراء فينتج اللون الاخضر، اما عندما يكون الحيوان في حالة استثارة فانه يعمل على مباعده نتوءاته النانوية فتعمل على عكس الضوء باطوال موجية اكبر (احمر) والتي تمتزج مع صبغة الجلد الصفراء فيصبح لون جلد الحبراء مائلاً الى البرتقالي.

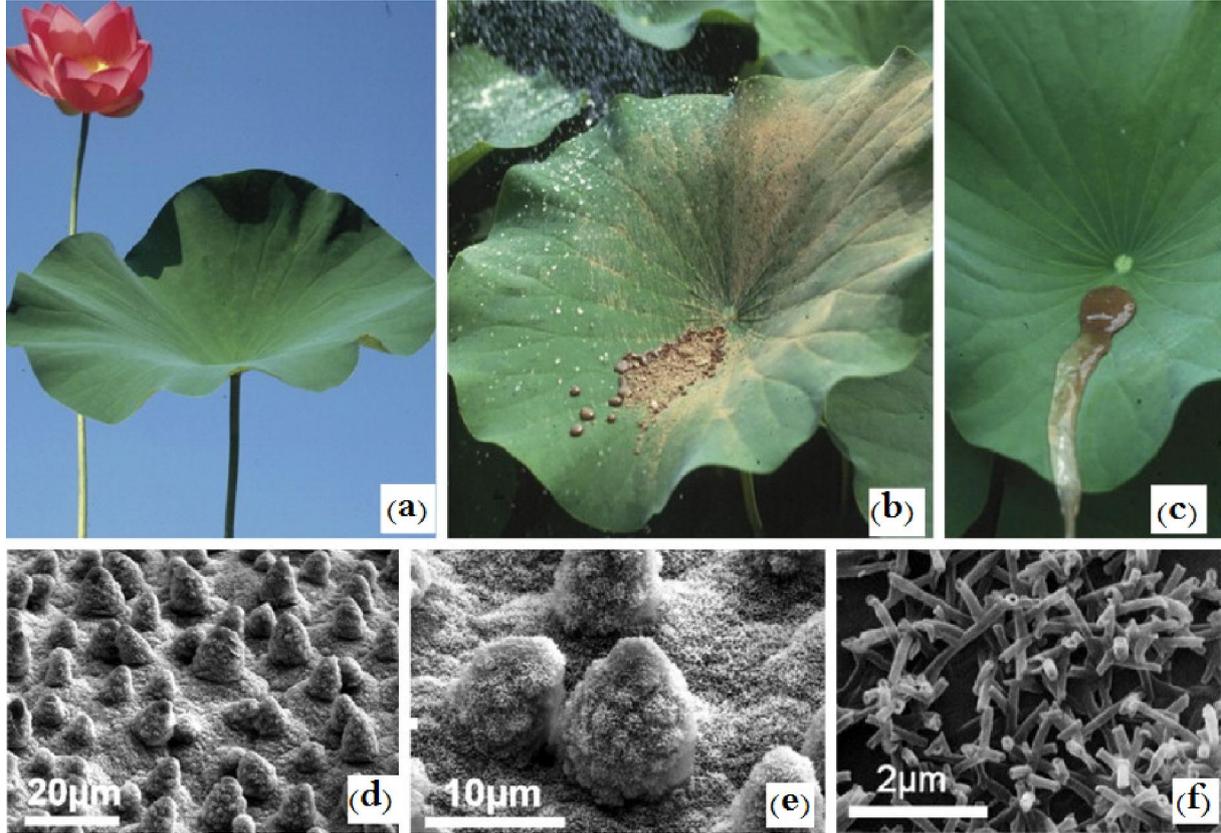


شكل (6) صورة للحرباء في حالة الاسترخاء والاستثارة ويقابلها صورة بالمجهر الالكتروني لتتواءاتها النانوية في كل حالة

ثالثاً: نبات اللوتس الذي ينظف نفسه ذاتياً

اللوتس هو نبات مائي معمر جميل المظهر، ويرمز للصفاء والنقاء، ويعود ذلك الى ان اوراق هذه النبتة تمتاز ببقائها: نظيفة، زاهية، وغير مبللة في كل الظروف وبشكل مختلف عما عليه الحال في اغلب النباتات. الشكل (7) يوضح صورة للنبتة. الصورة (7-a) تمثل صورة للنبتة في الحالة الاعتيادية حيث تظهر جافة نظيفة وزاهية، وفي الصورة (7-b) تم نثر الاتربة على الورقة، ولكن سرعان ما عادت ورقة النبتة نظيفة الصورة (7-c)، ان السبب وراء بقاء اوراق نبتة اللوتس نظيفة، يعود الى امتلاك سطح النبتة لتراكيب نانوية على شكل نتوءات نانوية والتي تم اكتشافها باستعمال المجهر الالكتروني، والموضح بالصور (7-d)، (7-e)، (7-f). ان تلك النتوءات النانوية تجعل سطح ورقة اللوتس طاردة للماء، اذ لا يمكن لقطرات الماء ان تلتصق بالورقة مما يسهل انسيابها من على سطح الورقة حاملة معها اي ملوثات او اتربة متواجدة على الورقة. ان نبات اللوتس لا يحتاج لهطول المطر لينظف نفسه، حيث ان بإمكانه

تنظيف نفسه بالاعتماد على قطرات الندى الصغيرة التي تتجمع على اوراقه الى ان تصبح قطرات كبيرة تتساقط مع على الورقة معيدة اليها نظارتها ونظافتها.



شكل (7) صورة لنبات اللوتس وصور بالمجهر الالكتروني للتراكيب النانوية على سطح ورقته

ان التنظيف الذاتي لنبات اللوتس حاز على الكثير من الاهتمام من قبل الباحثين بحيث اطلق تسمية علمية خاصة بها (تأثير لوتس Lotus Effect)، وقد اكتشف حديثا ان تسخير التراكيب النانوية في الحصول على اسطح طاردة للماء موجودة في كائنات حية اخرى، حيث وجد ان لبعض الكائنات البحرية مثل سمك القرش وغيره، تراكيب نانوية مشابهة تغطي جلدھا، تسهل للكائن الحي الحركة بحرية اكبر داخل الماء مما يقلل احتكاك سطح السمكة مع الماء مما يزيد من سرعة السمكة ويقلل من المجهود الذي تبذله اثناء حركتها.

يتجه الباحثون في الوقت الراهن للاستفادة من المعرفة المكتسبة من دراسة ظاهرة التنظيف الذاتي لنبات اللوتس للحصول على منتجات صناعية مقلدة لتلك النبتة، ومن امثلتها صناعة طلاء مقاوم للبلل ويتميز بالتنظيف الذاتي ولا تلتصق به الاتربة او الجراثيم مما يجعلها مناسبة للاستعمال في طلاء المنازل و المستشفيات و السيارات، وكذلك صناعة ملابس سهلة التنظيف وغير قابلة للبلل.

الشكل (8) يوضح بعض من التطبيقات تأثير ورقة اللوتس، حيث تظهر فيها سيارة نصفها مطلية بمادة نانوية طاردة للمادة والتي تبدو نظيفة بينما النصف الثاني كالسيارات التقليدية، ويظهر جليا الفرق بين الحالتين، كما يظهر في الشكل قفازين احدهما مطي بمادة نانوية طاردة للماء والثاني تقليدية ويظهر مدى الاختلاف بين القفازين بعد غمرهما واخراجهما من ذات الاناء، وكذلك الحال بالنسبة للملابس المقاومة للبلل والانساخ.



شكل (8) بعض التطبيقات العملية المستفيدة من تأثير اللوتس