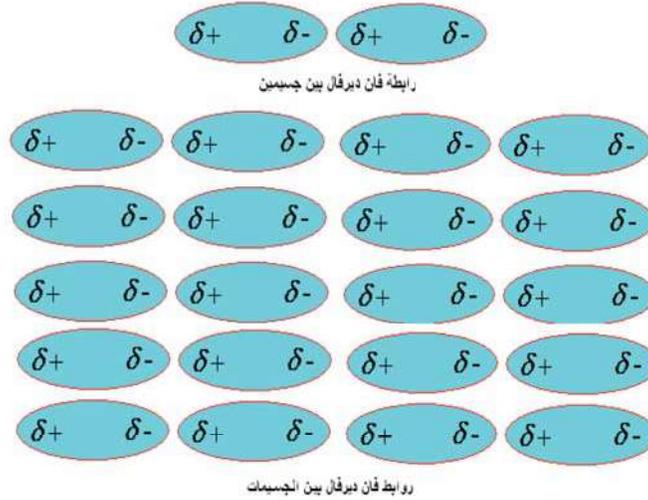


قوة روابط فان دير فال بسبب ازدياد العدد الذري ( عدد البروتونات في الأنوية، وعدد الإلكترونات في مستويات الطاقة الإلكترونية )؛ لذلك نجد أنه كلما نزلنا إلى أسفل المجموعة تزداد كثافة الهالوجين، كما تزداد درجة غليانه، وانصهاره. وهناك عامل آخر يسبب هذه الزيادة، وهو ازدياد الوزن الجزيئي بنزولنا إلى أسفل مجموعة الهالوجينات، ففي الوقت الذي يظهر الفلور غازاً خفيفاً نجد الكلور غازاً أثقل منه، والبروم سائلاً، واليود مادة صلبة<sup>(٤)</sup>.



شكل رقم (١-١٣) رسم توضيحي لرابطة فان دير فال بين جسيمين فأكثر (٤).

### (٢-١) تعريف تقنية النانو (Nanotechnology definition)

تقنية المواد المتناهية في الصغر، أو تقنية النانو، أو هندسة المنتجات المتناهية في الصغر اشتق اسمها من اسم النانومتر كوحدة قياس، وهي تساوي واحداً من مليار من المتر، أي: تساوي جزءاً من ألف مليون جزء من المتر. ولتقريب المفهوم لدى القارئ الكريم، يمكن القول: إنها مسافة أقل بثمانين ألف مرة من قطر شعرة الإنسان.

ويصف توماس كيني (Tomas Kenny) من جامعة ستانفورد حجم النانو بعدة أمثلة منها: ارتفاع قطرة ماء بعد بسطها بسطاً كلياً على مساحة متر مربع واحد، أو معدل نمو ظفر الإنسان في الثانية الواحدة، كما أن سمك الورقة العادية المستخدمة في الكتابة يصل إلى مئة ألف نانومتر.

تقنية النانو هي: تقنية حديثة قد يعرفها بعض الناس، وقد يجهلها بعضهم، وهي مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة، وتركيبها باستخدام مقاييس في غاية الصغر.

ومن الخطأ فعل ما يفعله الكثيرون عند سماعهم هذه التقنية، إذ إنهم يبتعدون عن معرفة المزيد عنها خوفاً من عدم فهمهم؛ أو لصعوبة تخيلهم هذه التقنية، وذلك على الرغم من أنها تقنية بسيطة جداً. وستكون تطبيقات هذه التقنية - شئنا أم أبينا - في محور حياتنا اليومية خلال بضع سنين.

وقد ظهرت مفاهيم مختلفة؛ لتعريف تقنية النانو، فهناك من يعرفها بأنها: «التقنية القادرة على تحقيق درجات عالية من الدقة في وظائف وأحجام وأشكال المواد ومكوناتها، وهذا الأمر يساعد على التحكم في وظائف الأدوات المستعملة في ميادين الطب، والصناعة، والهندسة، والزراعة، والعقار، والاتصالات، والدفاع، والفضاء، وغيرها...». وآخر يعرفها بأنها: «علم التعامل مع أشياء أصغر من الصغر نفسه»<sup>(٥)</sup>. ومصطلح «تقنية النانو» مشتق في الأصل من الكلمة الإغريقية نانوس التي تعني القزم الصغير، وتعني أيضاً عالم الأقزام الخرافي المتناهي في الصغر. ونستخلص من هذه التعريفات المتعددة، أن تقنية النانو تعني التقنيات التي تصنع على مقياس النانومتر (انظر: الشكل رقم ١-١٤)، وهي أصغر وحدة قياس مترية، وتعادل واحداً من ألف مليون من المتر، أي: تعادل واحداً من مليار من المتر، أو واحداً من مليون من المليمتر (انظر: الجدولين رقم ١-١، و١-٢، والشكل رقم ١-١٤). والنانومتر يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم، وحجم النانو أصغر بحوالي ٨٠٠٠٠ مرة من قطر شعرة الرأس. فعند نزع شعرة من الرأس ثم تقطيعها طولياً إلى ثمانين ألف قطعة طولية بالتساوي، فإن كل قطعة ناتجة يصبح عرضها واحد نانو تقريباً. وواضح أنه مقدار متناهي في الصغر<sup>(٥)</sup>.

وعلم النانو يتوقع له أن يغزو العالم بتطبيقاته التي قاربت الخيال، وبات يعرف في عالم الإلكترونيات بالجيل الخامس الذي ظهر مؤخراً مع ولادة تقنية النانو، والقدرة على السيطرة على حركة الذرة الواحدة، ومن ثم القدرة على تصنيع المنتجات بدءاً من الذرات.

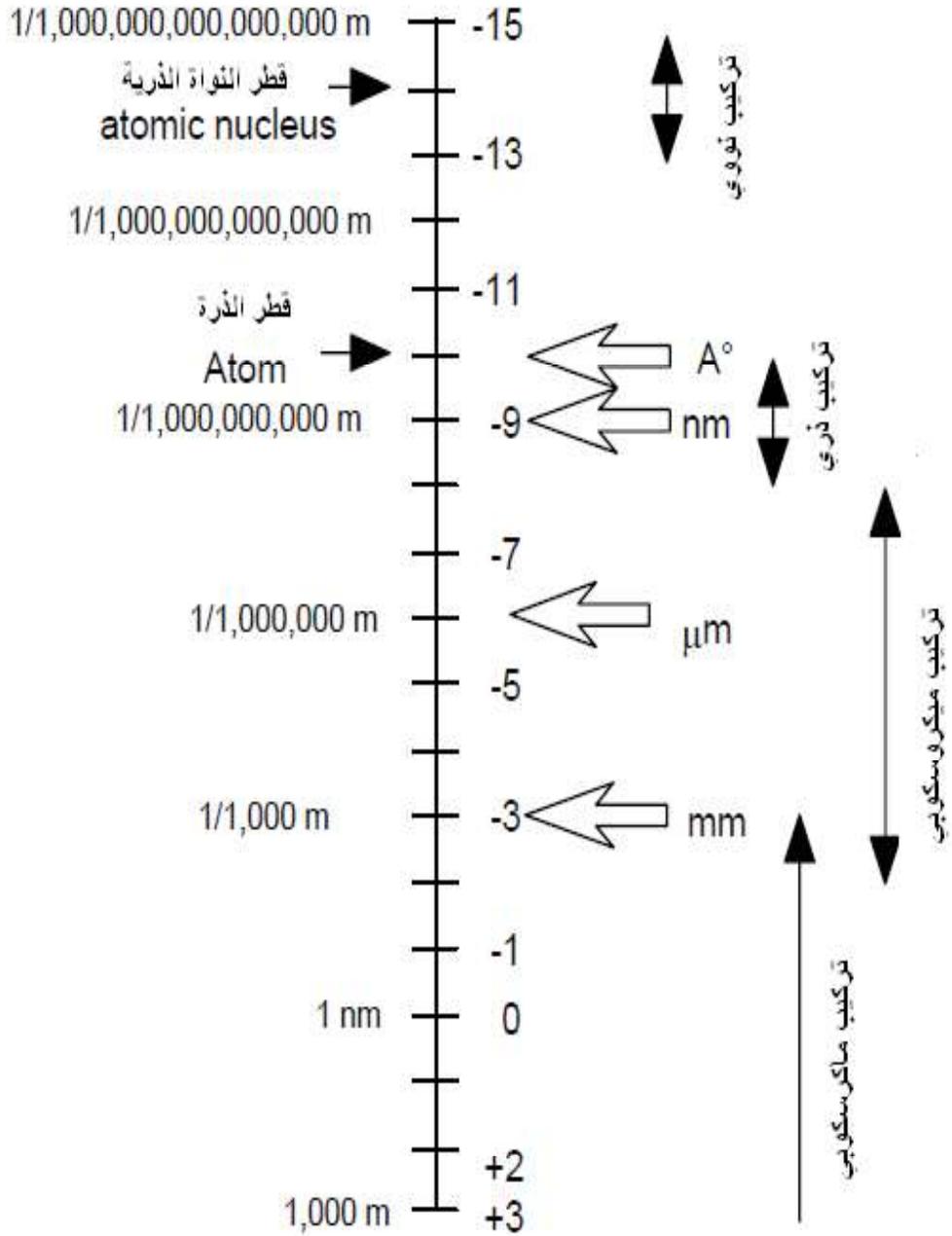
وقد سبق للبشرية الاستفادة من الجيل الأول الذي استخدم للمبات (Lamps) بما في ذلك التلفاز، والجيل الثاني الذي استخدم جهاز الترانزيستور، ثم الجيل الثالث من الإلكترونيات الذي استخدم الذرات التكاملية (IC = Integrate Circuit)، وهي قطعة صغيرة جداً

اختزلت حجم أجهزة كثيرة، بل رفعت كفاءتها، وزادت وظائفها، ثم جاء الجيل الرابع الذي استخدم المعالجات الصغيرة (Microprocessor) التي أحدثت ثورة هائلة في مجال الحاسبات الشخصية (Personal Computer)، والرقائق الحاسوبية السيليكونية التي أحدثت تقدماً في كثير من المجالات العلمية والصناعية<sup>(١)</sup>.

ويصف توماس كيني من جامعة ستانفورد حجم النانو بأمتلة كثيرة، مثل: كونه يشبه عرض الحمض النووي منقوص الأوكسجين (DNA). ويلحظ أن جزيء (DNA) الموجود في الشكل رقم (١-١٥)، طوله ٢,٥ نانومتر<sup>(٧)</sup>.

الوحدة	المسمى	الرمز	قيمتها
1	kilometer	(km)	$10^3\text{m}$
1	decimeter	(dm)	$10^{-1}\text{m}$
1	centimeter	(cm)	$10^{-2}\text{m}$
1	millimeter	(mm)	$10^{-3}\text{m}$
1	micrometer	$\mu\text{m}$	$10^{-6}\text{m}$
1	nanometer	(nm)	$10^{-9}\text{m}$
1	angstrom	(Å)	$10^{-10}\text{m}$
1	picometer	(pm)	$10^{-12}\text{m}$
1	femtometer	(fm)	$10^{-15}\text{m}$

جدول رقم (١-١) وحدات الأبعاد (٥).



شكل رقم (١-١٤) مقارنة بين وحدة النانومتر والطول اللوغاريتمي للتراكيب الدقيقة (٧).



شكل رقم (1-15) صورة توضيحية لمقارنة وحدة النانومتر بالمقاييس الأخرى (٧).

وقد يجد القارئ اختلافاً في تعريف تقنية النانو، ولكن الأهم فيها أنها منظومة ظاهرة في جميع مناحي حياتنا اليومية، فعندما يهاجم فيروس ما جسم الإنسان، فبالطبع لا يمكن قتله بأي آلة حادة، ولكن لا بد أن نبحث عن آلة صغيرة جداً تهاجم هذا الفيروس، فالنانو هي التقنية التي تصنع هذه الآلة الدقيقة. ولتقريب مفهوم تقنية النانو للقارئ العادي، نجد أن كلنا يعرف طعم البرتقال، ونتفق جميعاً أنه مهما اختلفت طريقة تقديم البرتقال فلن يتغير طعمه، ولو قطعناه قطعاً صغيرة، أو عصرناه عصرًا شديداً، فلن يتغير طعمه أبداً. أما في تقنية النانو فالأمر مختلف تماماً، فقد يصبح البرتقال

شيئاً آخر مختلفاً في الشكل، والطعم، واللون.

ونستطيع الآن أن نعطي تعريفاً مختصراً لتقنية النانو، وهو أنها: «مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة، وتركيبها باستخدام مقاييس متناهية في الصغر».

الاختصار	البادئة	العدد
<b>E</b>	<b>exa-</b>	<b>10<sup>18</sup></b>
<b>P</b>	<b>peta</b>	<b>10<sup>15</sup></b>
<b>T</b>	<b>tera-</b>	<b>10<sup>12</sup></b>
<b>G</b>	<b>giga-</b>	<b>10<sup>9</sup></b>
<b>M</b>	<b>mega-</b>	<b>10<sup>6</sup></b>
<b>k</b>	<b>kilo-</b>	<b>10<sup>3</sup></b>
<b>c</b>	<b>centi-</b>	<b>10<sup>-2</sup></b>
<b>m</b>	<b>milli-</b>	<b>10<sup>-3</sup></b>
	<b>micro-</b>	<b>10<sup>-6</sup></b>
<b>n</b>	<b>nano-</b>	<b>10<sup>-9</sup></b>
<b>p</b>	<b>pico-</b>	<b>10<sup>-12</sup></b>
<b>f</b>	<b>femto-</b>	<b>10<sup>-15</sup></b>
<b>A</b>	<b>atto-</b>	<b>10<sup>-18</sup></b>

جدول رقم (٢-١) مضاعفات الوحدات.

### (٣-١) أهمية تقنية النانو (Importance of nanotechnology)

أصبحت تقنية النانو في طليعة أكثر المجالات أهمية وإثارة في الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، والهندسة، ومجالات كثيرة أخرى. فقد أعطت أملاً كبيراً لظهور ثورات علمية في المستقبل القريب؛ لذا فمن المهم إعطاء فكرة عامة وموجزة لغير المختصين عن هذه التقنية.

ويعود الاهتمام الواسع بتقنية النانو إلى الفترة التي تتراوح ما بين عام ١٩٩٦م إلى ١٩٩٨م، وذلك عندما درس مركز تقويم التقنية العالمي الأمريكي ( WTEC ) الموضوع، وأجرى دراسة تقويمية في أبحاث النانو، وأهميتها في الإبداع التقني. وخلصت الدراسة إلى نقاطٍ من أهمها: أنّ