**الخصائص الكيميائية للمواد المشعة بالجلد المصاب بالشرائح الالكترونية وأخطاراها على الجسم كالاتى :**

1. **الثُوريوم Th**

[**عنصر كيميائي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A)**من عناصر**[**الجدول الدوري**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A)**وله الرمز**  **Th**، [وعدده الذري](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B1%D9%82%D9%85_%D8%B0%D8%B1%D9%8A) 90. ونظرا لأنه فلز له نشاط إشعاعي طفيف، فإنه يعد من أنواع الوقود النووي البديلة [لليورانيوم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%8A%D9%88%D8%B1%D8%A7%D9%86%D9%8A%D9%88%D9%85). **كما يزيد معدل احتمال الإصابة**[**بسرطان**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86)[**الرئة**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B1%D8%A6%D8%A9)**،**[**والبنكرياس**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B9%D8%AB%D9%83%D9%84%D8%A9) **و**[**الدم**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AF%D9%85)**عند التعرض لدخان الثوريوم. كما أن تعرض الجسم من الداخل للثوريوم يؤدى لزيادة معدل الإصابة بأمراض**[**الكبد**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D8%A8%D8%AF)**.**

الثوريوم هو المفتاح لانتاج الطاقة النووية وهو العنصر الاساسى فى تفعيل الامطار الصناعية لانتاج الماس.

1. **يورانيوم U**

[**عنصر كيميائي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A)**من عناصر**[**الجدول الدوري**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A)**وله الرمز  U** [وعدده الذري](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%AF%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D8%B0%D8%B1%D9%8A) هو 92. وهو [فلز](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%84%D8%B2) لونه [أبيض](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D8%A8%D9%8A%D8%B6) يميل إلى الفضي يقع ضمن سلسلة [الأكتينيدات](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%A3%D9%83%D8%AA%D9%8A%D9%86%D9%8A%D8%AF%D8%A7%D8%AA) في [الجدول الدوري](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A).

**وغبار اليورانيوم له اضرار خطيرة حيث ان الاقتراب منه ولمسه يسبب التهابات جلدية والكلية هي العضو الأول الذي يتأثر باليورانيوم من جسم الإنسان الضحية حيث يسبب تلفا لأنابيب الكلية، والتعرض المستمر والثابت لاشعة اليورانيوم المنخفضة للنشاط النوعي الاشعاعي يؤدي الى مرض مزمن وسرطان للعظام sarcoma و ينتج اليورانيوم المدمج أيونات اليورانيل، والتي تتراكم في**[**العظام**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D8%B8%D9%85)[**والكبد**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D8%A8%D8%AF)[**والكلى**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D9%84%D9%8A%D8%A9)**و[الأنسجة التناسلية](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D9%87%D8%A7%D8%B2_%D8%AA%D9%86%D8%A7%D8%B3%D9%84%D9%8A%22%20%5Co%20%22%D8%AC%D9%87%D8%A7%D8%B2%20%D8%AA%D9%86%D8%A7%D8%B3%D9%84%D9%8A)**

 المرافق التي تقوم بتعدين أو [معالجة خام اليورانيوم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A5%D8%B9%D8%A7%D8%AF%D8%A9_%D9%85%D8%B9%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D9%8A%D9%88%D8%B1%D8%A7%D9%86%D9%8A%D9%88%D9%85)، أو تخصيب اليورانيوم من أجل وقود المفاعلات، أكثر عُرضةً للتعرض المتزايد لليورانيوم قد يكون للبيوت أو **المنشآت التي تقبع فوق رواسب اليورانيوم (سواء ترسبات طبيعية أو من صنع الإنسان) أكثر عُرضةً للتعرض لغاز الرادون**

يفرز معظم اليورانيوم المبتلع أثناء عملية [الهضم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D8%B6%D9%85). ويُمتص 0.5٪ فقط عند ابتلاع أشكال غير قابلة للذوبان من اليورانيوم مثل [أكسيده](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D9%83%D8%B3%D9%8A%D8%AF)، في حين يمكن أن يصل امتصاص أيون اليورانيل القابل للذوبان إلى 5٪. ومع ذلك، تميل مركبات اليورانيوم القابلة للذوبان إلى المرور بسرعة عبر الجسم، **في حين تشكل مركبات اليورانيوم غير القابلة للذوبان وخاصةً عند استنشاقها عن طريق الغبار في**[**الرئتين**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B1%D8%A6%D8%A9)**خطرًا أكثر بكثير. بعد دخول مجرى الدم، يميل اليورانيوم الممتص إلى**[**التراكم الحيوي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%B1%D8%A7%D9%83%D9%85_%D8%AD%D9%8A%D9%88%D9%8A)**ويظل لسنوات عديدة في النسيج العظمي بسبب تقارب اليورانيوم في**[**الفوسفات**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%88%D8%B3%D9%81%D8%A7%D8%AA)

1. **الرادون Rn**

[**عنصر كيميائي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A)**من عناصر**[**الجدول الدوري**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A)**وله الرمز Rn** وقيمة العدد الذريّ له في الجدول الدوريّ هي 86، وهو غازٌ عديم اللون والطعم والرائحة، ويعدّ الرادون خامس عنصر كيميائيٍّ **مشعّ وهو سام جداً، حيث يعدّ ثاني أكثر المسببات لسرطان الرئة بعد التدخين، ويتشكّل نتيجة تحلل اليورانيوم والثوريوم، ونظراً لامتلاك هذين العنصرين عمراً قصيراً فإنّ الرادون سيتواجد مستقبلاً**، كما يتشكّل الرادون نتيجة تحلل عنصر الراديوم الموجود في الصخور.

1. **الراديوم Ra**

[**عنصر كيميائي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A)**من عناصر**[**الجدول الدوري**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A)**وله الرمز Ra** تم العثور على الراديوم في الطبيعة في خامات [اليورانيوم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%8A%D9%88%D8%B1%D8%A7%D9%86%D9%8A%D9%88%D9%85) بكميات ضئيلة، بمقدار **سبع غرامات للطن الواحد من اليورانينايت**.

يصبح له أضرار صحية عندما يتم دمجه في [العمليات البيوكيميائية](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A1_%D8%AD%D9%8A%D9%88%D9%8A%D8%A9) بسبب نشاطه الإشعاعي و[التفاعلات الكيميائية](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D9%81%D8%A7%D8%B9%D9%84_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A%22%20%5Co%20%22%D8%AA%D9%81%D8%A7%D8%B9%D9%84%20%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A) **وتسبب التعرض للراديوم في آثار صحية خطيرة شملت القُرَح و[فقر الدم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%82%D8%B1_%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%85%22%20%5Co%20%22%D9%81%D9%82%D8%B1%20%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%85) و[سرطان العظام](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86_%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B8%D9%85%22%20%5Co%20%22%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86%20%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B8%D9%85). وذلك لأن الراديوم يخرج من الجسم**[**كالكالسيوم**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%8A%D9%88%D9%85)**، ويترسب في العظام، حيث يسبب النشاط الإشعاعي تحلل**[**نخاع العظام**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%AE%D8%A7%D8%B9_%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B8%D8%A7%D9%85)**ويمكن أن يسبب نخر**[**خلايا العظم**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AE%D9%84%D9%8A%D8%A9_%D8%B9%D8%B8%D9%85%D9%8A%D8%A9) ويعتبر الراديوم ونظائره عنصر مُشع للغاية ، كما يتمتع غاز [الرادون](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B1%D8%A7%D8%AF%D9%88%D9%86) بخواص مشعة أيضًا. عند تناولها، يترك 80٪ من الراديوم المبتلع الجسم عبر [البراز](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D8%B1%D8%A7%D8%B2) ، في حين **يذهب الباقي إلى مجرى الدم (20٪)، ويتراكم معظمه في العظام**. يمكن أن يسبب التعرض للراديوم، سواءًا كان داخلي أو خارجي، السرطان والاضطرابات الأخرى، لأن **الراديوم والراديون يصدران أشعة**[**ألفا**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%B3%D9%8A%D9%85_%D8%A3%D9%84%D9%81%D8%A7)[**وجاما**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D8%B4%D8%B9%D8%A9_%D8%BA%D8%A7%D9%85%D8%A7)**اللذان يقتلان الخلايا وتحورها في وقت**[**مشروع مانهاتن**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B4%D8%B1%D9%88%D8%B9_%D9%85%D8%A7%D9%86%D9%87%D8%A7%D8%AA%D9%86)**في عام 1944، تم تحديد "الجرعة المسموح بها" للعمال عند 0.1 ميكروغرام من الراديوم المبتلع**

1. **البولونيوم  Po**

**يستخدم لتعطيل الجهاز المناعى وهو عنصر كيميائي في الجدول الدوري يرمز له بـ Po** وعدده الذري 84. يعد من أشباه الفلزات، **وله نشاط إشعاعي نادروإذا ما ابتـُلع (بالتنفس أو الامتصاص) فإن أجسام ألفا التي يشعها البولونيوم تدمر الأنسجة الحيوية بسهولة وما إن يدخل مجرى الدم حتى يبدأ مباشرة بتعطيل**[**الجهاز المناعي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%87%D8%A7%D8%B2_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%B9%D9%8A)**بتخلخله إلى نخاع العظام ، حتى يصبح جسد الإنسان من الداخل غير قادر على صدّ البكتيريا الموجودة فيه والتي تبدأ في أكله من الداخل إلى الخارج، يقوم البولونيوم بمهاجمه الحمض النووي ويوقف الأعضاء الداخلية وجرعة كبيره منه قد تؤدي إلى الموت**

1. **البلوتونيوم Pu**

**البلوتنيوم يتكون من تفاعلات اليورانيوم وتحولها إلى نبتونيوم ومن ثم تتحول إلى بلوتنيوم بالتعرض إلى الاشعاع الجامى والمعجلات الايونية والالكترونية**

**والبلوتنيوم**[**عنصر كيميائي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A)**من عناصر**[**الجدول الدوري**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A)**وله الرمز**  **Pu،  وهو عنصر غير موجود في الطبيعة - وبالتحديد نظير Pu-239**

 **البلوتونيوم هو**[**معدن**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B9%D8%AF%D9%86) **شديد الإشعاع** ولكن النظائر 238 و241 هما الأكثر إشعاعاً **ويسببان أمراضاً خطيرة، يتفاعل مع الماء والأوكسجين والأحماض ولكنه لا يتفاعل مع القواعد**  ، وعددهُ الذري 94، البلوتونيوم عنصر اكتُشفَ في [الولايات المتحدة](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D9%88%D9%84%D8%A7%D9%8A%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AD%D8%AF%D8%A9) عام  [1940م](https://ar.wikipedia.org/wiki/1940)  كحال [اليورانيوم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%8A%D9%88%D8%B1%D8%A7%D9%86%D9%8A%D9%88%D9%85)  235 فهو عنصر قابل للانشطار،و **الذي تُستَخدم طاقته لصناعة القنابل النووية ويستخدم في إنتاج الطاقة في بعض**[**المفاعلات النووية**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%81%D8%A7%D8%B9%D9%84_%D9%86%D9%88%D9%88%D9%8A) **و يُستخدم أيضاً في المختبرات**.

وقد كشفت أبحاث آثار المواد المشعة على الصحة و كيفية اختلاف البلوتونيوم في الجسم تبعًا لنمط التعرض **(الابتلاع عن طريق الفم، والاستنشاق، والامتصاص من خلال الجلد او الحقن فى الوريد)،** **ومعدلات الاحتفاظ، وكيفية تثبيت البلوتونيوم في الأنسجة وتوزيعه بين الأعضاء المختلفة بإعطاء أجزاء ميكروجرام قابلة للذوبان من مركبات البلوتونيوم 239 أ**ظهرت نتائج الدراسات التي أجريت في بيركلي وشيكاغو أن السلوك الفيزيولوجي للبلوتونيوم اختلف بشكل كبير عن سلوك [الراديوم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B1%D8%A7%D8%AF%D9%8A%D9%88%D9%85). وكانت النتيجة الأكثر إثارة للقلق أن **هناك ترسبًا كبيرًا للبلوتونيوم في**[**الكبد**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D8%A8%D8%AF)**وفي جزء "التمثيل الفعال" للعظام.** وعلاوةً على ذلك، اختلف **معدل إزالة البلوتونيوم في الفضلات بنسبة تصل إلى خمسة أضعاف.**

**يُكون البلوتونيوم 239 بثلاث خطوات هي:**

1. إكساب اليورانيوم 238 نيوترونات لتحويله إلى يورانيوم 239.
2. تحول اليورانيوم 239(نصف العمر: 23 دقيقة) إلى نبتونيوم 239.
3. تحول النبتونيوم 239 (نصف العمر: 2.3 يوم) إلى بلوتونيوم 239.

**الخصائص الكيميائية للمعادن المستخدمة فى صناعة الشرائح الإلكترونية وأخطاراها على الجسم كالاتى :**

1. **السليكون Si**

**هو عنصر كيميائي من عناصر الجدول الدوري وله الرمز Sn** وعدده الذري 14 يصنف السليكون من أشباه الفلزات **يستخدم أيضًا أجزاء صغيرة من السليكون النقي في إلكترونيات شبه الموصلات (أكثر من 10%). بسبب الاستخدام الواسع للسليكون في الدوائر المتكاملة التى هى أساس الحواسيب والهواتف المحمولة وجميع الأجهزة الإلكترونية**، لذا فإن كمية كبيرة من التكنولوجيا تعتمد عليه. فإن السليكون-29 هو ما **يستخدم في الرنين النووي المغناطيسي والرنين الإلكتروني المغناطيسي**

1. **البلاتين Pt**

**هو عنصر كيميائي من عناصر الجدول الدوري وله الرمز Pt** **وهومعدن ثمين لونه رمادي – أبيض، والپلاتين أقوى من معدن الحديد وله مرونة ولا يصدأ ولا يفقد بريقه عند تعرضه للهواء، لأن البلاتين لا يتفاعل مع الأكسجين أو مركبات الكبريت الموجودة بالهواء، كما أنه لا يتأثر بالحموض التي تذيب معظم الفلزات الأخرى يستخدم البلاتين في المختبرات الكيميائية لإذابة العينات بالأحماض المختلفة**، وذلك لأنه يقاوم الحرارة والتآكل، كما يستخدم البلاتين أيضاً في **عمل الألواح والأسلاك الرقيقة والتي تستخدم في العديد من الأغراض**

1. **القَصْدِير Sn**

**هو**[**عنصر كيميائي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A)**من عناصر**[**الجدول الدوري**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A)**وله الرمز**  **Sn** [والعدد الذري](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%AF%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D8%B0%D8%B1%D9%8A) 50 في [الجدول الدوري](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A).  ومن سمات القصدير في هيئته المعدنيَّة - بيتا **- أنَّه لا**[**يتأكسَدُ**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D9%81%D8%A7%D8%B9%D9%84%D8%A7%D8%AA_%D8%A3%D9%83%D8%B3%D8%AF%D8%A9-%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D8%B2%D8%A7%D9%84)**بسهولة**. ومن أهمِّ التطبيقات الصناعية لهذا العنصر هي **عمليَّة القَصْدَرَة، التي يُغطَّى فيها**[**الصلب**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B5%D9%84%D8%A8)**بطبقةٍ رقيقةٍ من القصدير ليُصبِحَ مقاوماً**[**للتآكل**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%A2%D9%83%D9%84) كما **ان التعرّض الزائد عن اللّزوم للمواد المُصنَّعة من القصدير قد يؤثّر على صحة الإنسان، حيثُ يؤدّي إلى صعوباتٍ في امتصاص**[**العناصر الغذائية**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%86%D8%A7%D8%B5%D8%B1_%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%B0%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9)**مثل**[**النحاس**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%AD%D8%A7%D8%B3)[**والزنك**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B2%D9%86%D9%83)**. إضافةً إلى ذلك، فإنَّ مزجَ القصدير مع مُركَّباتٍ عضويَّة** [**هيدروكربونية**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D9%8A%D8%AF%D8%B1%D9%88%D9%83%D8%B1%D8%A8%D9%88%D9%86) **قد يجعلهُ شديدَ السُميَّة، بل وقاتلاً للإنسان مثل**[**السيانيد**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%8A%D8%A7%D9%86%D9%8A%D8%AF)**.**

1. **تيتانيوم Ti**

**هو**[**عنصر كيميائي**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A)**من عناصر**[**الجدول الدوري**](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%AF%D9%88%D9%84_%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%8A)**وله الرمز**  **Ti**  ورقمه الذري 22 فلز انتقالي خفيف الوزن كما أنه **صلب ومقاومة عالية لناقل للكهرباء والحرارة.** ويرجع هذا بصفة عامة لكثافته القليلة.وطراوته عن المعادن الأخرى **التيتانيوم مقاوم التآكل أو الصدأ مثله في ذلك مثل البلاتين ولا تؤثر الحموض أو ماء القلويات عالية التآكل على التيتانيوم.** وهو فلز قابل للطرق، وله معدل قوة ـ وزن أعلى من الفولاذ. وجميع هذه الصفات تجعل منه فلزًا ذا أهمية كبرى وقد أظهرت التجارب أن التيتانيوم يصبح المشعة طبيعيا بعد فقدان الكترون، وانبعاث البوزيترون مما يؤدي إلى انبعاث الاشعة. **له خصائص كهرضغطية، مما يجعل من الممكن استخدامها بمثابة محول الصوت والكهرباء**.  حيث تخفيض الوزن أمر بالغ الأهمية مع الحفاظ على قوة وصلابة عالية. **لأنه متوافق حيويا (غير سامة وليس مرفوضا من قبل الجسم)، ويستخدم التيتانيوم في مجموعة كاملة من التطبيقات الطبية بما في ذلك العمليات الجراحية وتنفذ عملية زرع، مثل استبدال المفاصل  التيتانيوم ليس له خاصية المغناطيس، وهذا يخص المرضى الذين يعانون من زرع الأعضاء من معدن التيتانيوم انهم بامان عند فحص بالتصوير بالرنين المغناطيسي ( فهو ملائم للزراعة على المدى الطويل(**