وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة: القادسية

الكلية: العلوم

القسم: علوم الكيمياء

# بحث حول

# استخدام المايكرويف كطريقة حديثة للتحضيرات العضوية

بحث مقدم من قبل الطالب

(**حيدر فلاح خضير**) الى قسم علوم الكيمياء / جامعة القادسية وهو

جزء من متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء

**بإشراف الدكتورة**

**طيبة ابراهيم محمد**

1440هـ 2019م

بِسمِ اللّٰهِ الرّحمنِ الرّحيمِ

((ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم

بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُون))

**صدق الله العلي العظيم**

**سورة الروم 41.**

# الاهـــــــــــــــــداء

الى الرسول الأعظم محـــــــمد صلى الله عليه واله وسلم

والى اهل بيت النبوة ومعدن العلم وموضع الرسالة ومختلف الملائكة

الى النور الذي ينير لي درب النجاح ..... أبـــي

ويا من علمتني الصمود مهما تبدلت الظروف.....أمـــي

الى أخوتي وأخواتي ..... فخراً واعتزازاً

الى كل من علمني حرفا

اهدي هذا البحث المتواضع راجياً من المولى عز وجل أن يجد القبول والنجاح.

# الشكـــر و التقـــدير

الحمد لله يوافي نعمه واشكره عدد خلقه ورضى نفسه وزنة عرشه ومداد كلماته وادين له بالفضل والصلاة والسلام على خير خلقه الأمين محمد واله الاطهار واصحابه الغر الميامين .

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير والامتنان الى الاستاذة الفاضلة (**طيبة ابراهيم محمد**) على من بذلته من جهد ووقت لغرض الاشراف على بحثي ومتابعتها لي بأدائها القيمة وافكارها الجميلة، فجزاها الله خير الجزاء ، كما أتقدم بالشكر سلفا الى رئيس وأعضاء لجنة المناقشة الموقرة راجين من الله تعالى ان يأخذ بأيديهم ليكونوا عونا لي على تجنب العثرات وتصحيح الهفوات

وأخيرا اقدم ثنائي وشكري ولكل من قدم لي مصدرا او دلني عليه او اسدى لي نصحا او مشورة وادين للجميع بالفضل لما وجدته منهم من ابوة صادقه او اخوه جدية وأصدقاء أوفياء ومتابعتهم المستمرة كانت لي الدافع الحافز لمتابعة البحث والتقصي والصبر .

وأسال الله سبحانه وتعالى ان يوفقهم جميعا ويرعاهم ويسدد خطاهم لما فيه خير للعلم .

الله ولي التوفيق

فهرس المحتويات


| ت | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| .1 | علم المايكروويف والموجات الدقيقة | 1 |
| .2 | مخاطر اشعة المايكروويف | 2 |
| .3 | الاضرار الصحية لاشعة المايكروويف | 4 |
| .4 | خواص اشعة المايكروويف | 6 |
| .5 | خواص موجات المايكروويف | 7 |
| .6 | مبادئ المايكروويف | 8 |
| .7 | المصادر | 10 |


تاريخ الميكروويف

كان المهندس الأمريكي، ذاتي التعلُم، بيرس سبنسر منهمكاً في عمله بصناعة أحد أجهزة الرادار عام 1946 م مد يده إلى جيبه باحثا عن شيء يأكله ففوجئ بأن قطعة الشوكولاته التي يحتفظ بها قد ذابت ولوثت ملابسه رغم أن الغرفة التي يعمل بها كانت باردة. وكان مصنع سبنسر يعمل مع شركة رايثون على تصنيع أجهزة رادار للجيش البريطاني، وعندما وجد سبنسر قطعة الشوكولاتة قد أنصهرت وهو واقف بجوار صمام إلكتروني يشغل جهاز الرادار، ففكر أثناء عمله في سبب ذلك وأرسل في طلب كيس من بذور الذرة (البوشار) وأمسك بها بجوار الصمام الإلكتروني وخلال دقائق معدودة راحت حبات الذرة تنفجر وتتناثر في أرضية الغرفة.

وفي صباح اليوم التالي أحضر سبنسر غلاية شاي وبعض البيض معه إلى المعمل ثم قام بفتح ثغرة في جانب غلاية الشاي ووضع البيضة النية داخل الوعاء ثم صوب الفتحة بإتجاه الصمام وخلال بضع ثوان انفجرت البيضة وتناثر قشرها وما بداخلها إلى خارج الغلاية ملطخا وجه مهندسا أخر يقف بجواره.

تأكد سبنسر أن موجات الراديو القصيرة أو ما يسمى بالمايكروويف هي السبب وراء ذلك، وإذا كانت قد طهت البيض بهذه السرعة فلم لا تفعل نفس الشيء مع الأطعمة الأخرى؟

عرض سبنسر تجربته على المسؤولين في شركة رايثون الذين استقر رأيهم على إنتاج أجهزة طهي تعمل بالمايكروويف. وفي مطلع عام 1953 م ظهر أول فرن بالمايكروويف في الأسواق وقد كان وزنه 350 كيلو جراما وحجمه ما يقارب حجم الثلاجة أما اسمه فكان (رادارينج) كما كان ثمنه 3000 دولار واقتصر استعماله على الفنادق والمطاعم وقطارات السكك الحديدية.

ثم طرأت تحسينات على مدى العقدين التاليين فصغر حجمه حتى أصبح من السهل وضعه في مطبخ المنزل وسعره معقولا ما يقارب ال 100 دولار في بعض أنواعه!

التصميم الفني لفرن الميكروويف[]

يعتمد التصميم الفني للفرن على تركيبات متداخلة من الدوائر الكهربائية والأجهزة الميكانيكية لإنتاج وتنظيم الطاقة اللازمة لتسخين وطهي الطعام، وبصفة عامة فإن فرن المايكروويف يتكون من نظامين رئيسيين للتشغيل وهما وحدة التحكم ووحدة إنتاج الفولت العالي.

ومن هنا نستنتج من توضيح فكرة عمل المايكروويف أن لا أخطار من استخدامه حيث أن الأشعة المستخدمة هي أشعة الراديو التي تحيطنا والأشعة المنبعثة من الفرن لا تخرج خارجه كما أن نظام الحماية يوقف هذه الأشعة بمجرد فتح باب الفرن.

خواص أشعة الميكروويف وفكرة عمل فرن الميكروويف[]

يستخدم فرن المايكروويف اشعة المايكروويف لتسخين الطعام الموضوع داخل الفرن، وللعلم فأن أشعة المايكروويف هي أمواج راديو ذات ترددات 2500 ميجا هرتز وأمواج الراديو عند هذا التردد تمتلك خاصية هامة هي:

الخاصية الأولى:

أن أشعة المايكروويف تمتص بواسطة الماء والمواد الدهنية والمواد السكرية، وهذا يعني أن جزيئات تلك المواد التي تحتوي على الماء والدهون والسكريات تمتص هذه الأشعة من خلال ذرات وجزيئات تلك المواد وامتصاص هذه الأشعة تكسبها طاقة تجعلها تتذبذب بدرجة كبيرة مما تتصادم مع بعضها البعض وتنتج حرارة التسخين اللازمة لطهيها.

الخاصية الثانية:

أن المواد البلاستيكية بجميع أنواعها والمواد الزجاجية والسراميك والفخار لا تمتص أشعة المايكروويف ولا تتأثر بها وهذا يعني أنها لن ترتفع درجة حرارتها، أما المواد المعدنية اللامعة مثل الألومنيوم فيعكس تلك الاشعة والتي يحظر استخدامها في المايكروويف.

كيف يقوم جهاز الميكروويف بتحويل الكهرباء إلى حرارة ؟[]

-1في داخل صندوق المايكروويف غلاف معدني قوي جدا، وهناك مولد المايكروويف يسمى " الماغناطرون "، وعندما يبدأ الطهي، يبدأ هذا المولّد بأخذ الكهرباء وتحويلها إلى قوة عالية وموجات عالية التردد.

-2الماغناطرون يقوم بتفجير هذه الموجات في المكان الذي يوجد به الطعام من خلال مسار مخصص لهذه الموجه.

-3بينما يبقى الطعام في مكانه، تدور أشعة المايكروويف ببطئ لتطهيه بشكل متساوٍ.

4- ترتد هذه الموجات داخل الغلاف المعدني مجيئاً وذهاباً كالضوء تماماً، مستبعداً الزجاجة الخارجية التي تظهر الطعام من خارج الجهاز فهي لا ترتد اليه ببساطه، وكما تخترق موجات الراديو الجدران، تستطيع أشعة المايكروويف ان تخترق الطعام، فتتحرك الجزيئات داخل الطعام، وزيادة حركة الجزيئات يعني ارتفاع درجة الحرارة " طردياً"

5- كما سبق في الخطوة السابقة، زيادة حركة الجزيئات تعني زيادة درجة الحرارة " طردياً " وبالتالي فالطعام سيصبح ساخناً.

فرن ميكروويف

## خواص موجات الميكروويف

موجات الميكروويف هي موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية قصيرة نسبيًا. وتختار الأشعة منها المستخدمة في أفران الميكروويف بغرض إثارة اهتزازات الجزيئات .وتظهر هذه الإثارة بصفة خاصة في إثارة جزيء الماء الذي يوجد بكثرة في الأطعمة من خضروات ولحوم. ولا يسري التسخين عن طريق الامتصاص الرنيني لأحد الترددات الرنينية لجزيء الماء وإنما يحاول جزيء الماء

كقطب ثنائي أن يتابع اهتزازات المجال الكهرومغناطيسي المسلط عليه من الخارج وتنشأ الحرارة.

وبالمقارنة فإن أقل تردد رنيني لجزيء الماء يبلغ 23.22 جيجاهرتز، هذا التردد أعلى كثيرا من التردد المستخدم في فرن الميكروويف الذي يبلغ 2.45 جيجاهرتز فقط. بذلك نتوصل إلى التوفيق بين عملية الإمتصاص ونفاذية الأشعة في قطعة الطعام، فيكون التسخين ليس على السطح فقط كما يحدث في الأفران العادية التي تنتقل فيها الحرارة من السطح إلى داخل الطعام، ولكن بالأشعة الصغرية تنفذ في نفس الوقت داخل الطعام وتسخنه كله في آن واحد، ولذلك فلا يستغرق ذلك وقتا طويلاً.

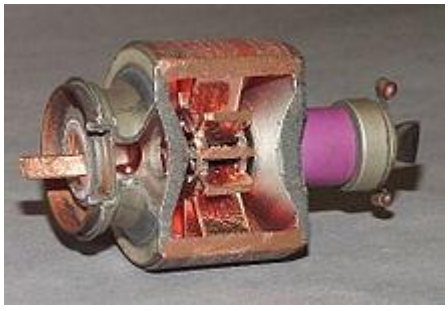
في عام 1945،وأثناء القيام ببعض الأبحاث الخاصة بالرادارمع شركة.رايثيون ،لاحظ المهندس الأمريكي.بيرسي سبنسر percy spencer حينما كان يختبر صماما مفرغا يسمى المجنترون.صمام مغناطيسي إلكتروني ان الشوكولاتة التي كانت في جيبه تعرضت إلى حرارة ما جعلها تتعرض للذوبان، لم يفهم السبب في البداية فتعمد وضع حبات من القمح بجانب هذا الصمام ،فاذا بالفشار الناضج يتناثر في ارجاء معمله.وانكشف له الأمر بجلاء حينما وضع بيضة بجانب المجنيترون ،ولاحظ الضغط الهائل عليهاوالذي أدى إلى انفجار صغارها في وجهه. وتوصل سبنسر إلى أن تعرض هذه الأشياء إلى كثافة بسيطة من اشعة الميكروويف ادت إلى ذلك، واشار إلى إمكانية حدوث هذه الظاهرة مع أي نوع من الطعام.بدات التجارب وطور سبينسر صندوقا معدنيا له فتحة صغيرة تسمح بدخول اشعة المايكروويف وتمنع الحرارة من الهروب.وكانت بذلك واحدة من أكبر صناعات القرن العشرين، والتي بدات تاخذ اشكالا عديدة.في عام 1947، قامت الشركة ببناء رادارانج، أول فرن ميكروويف في العالم.[4] كان تقريبا 1.8 متر (5.9 قدم) طويل، وثقيل 340 كيلوغرام (750 رطل) حتى وصل فرن الميكروويف إلى ما هو عليه الآن حيث أن الفرن الجديد تم عرضة في معرض تجاري في شيكاغو، وساعد على البدء في النمو السريع لسوق أفران الميكروويف المنزلية. حجم المبيعات لصناعة الولايات المتحدة من 40،000 وحدة في عام 1970 ارتفع إلى مليون بحلول عام 1975. اختراق الأسواق في اليابان، التي كانت قد عملت علي بناء وحدات أقل تكلفة عن طريق إعادة هندسة المغناطيسية الأرخص، وكان أسرع. انضمت العديد من الشركات الأخرى في السوق، ومنذ فترة معظم الأنظمة تم بناؤها من قبل مقاولي الدفاع، الذين كانوا أكثر دراية بالمغناطيسية. شركة ليتون كانت معروفة جيدا وخاصة في المطاعم.و بحلول أواخر 1970 التكنولوجيا تحسنت إلى درجة أن الأسعار انخفضت بشكل سريع. غالبا ما تسمى "أفران الالكترونية" في 1960، في

وقت لاحق أصبح اسم "أفران الميكروويف" موحد، وغالبا ما يشار إليها الآن بشكل غير رسمي بأنها "الميكروويف". سابقا وجدت الافران في التطبيقات الصناعية الكبيرة، والآن وعلى نحو متزايد أفران الميكروويف أصبحت أساسية علي مستوى معظم المطابخ. والانخفاض السريع في سعر المعالج ساعد أيضا في إضافة عناصر التحكم الإلكترونية لجعل الأفران سهلة الاستخدام] .بحاجة لمصدر [بحلول عام 1986، نحو 25 ٪ من الأسر في الولايات المتحدة تمتلك المايكروويف، وسجلت ارتفاعا إلى حوالي 1 ٪ فقط في عام1971 [5] وتشير التقديرات الحالية أن أكثر من 90 ٪ من الأسر الأميركية لديها افران المايكروويف .

المبادئ

فرن الميكروويف يعمل الإشعاع غير المؤين للموجات الدقيقة وعادة ما يكون التردد2.5 GHz ،عندما نقوم بطهي الطعام باشعة الميكروويف فان هذه الأمواج تمتص بواسطة جزيئات الماء والدهون المكونة الطعام.

تزداد حركة الجزيئات بزيادة طاقة الميكروويف إذ ترتفع درجة حرارة كل جزيئات الطعام في نفس الوقت وبنفس الدرجة ،حيث يكون ذلك من خلال إثارة جزيئات الماء مثلا المكونة له واحتكاكها مع بعضها البعض، تدعى هذه العمليةالتدفئة العازلة اين تكون جزيئات الماء ثنائية الأقطاب ،لديها شحنة موجة واحدة على
ذرة الهيدروجين وشحنة سالبة واحدة على ذرة الاوكسجين وعندما تمر موجات الميكروويف فان جزيء الماء الموجود في الغذاء يحاول أن يوازن موضعه مع المجال الكهربائي لموجات الفرن التي تتحرك 915 او2450 مليون مرة بالثانية (حسب نوع فرن الميكروويف).ويقوم فرن الميكروويف بطهي الطعام من الداخل إلى الخارج بعكس الافران التقليدية،.[7]



**صورة للمجنيترون مع إزالة لقسم المغناطيس الذي لا يظهر**

يعتمد التصميم الفني للفرن على تركيبات متداخلة من الدوائر الكهربائية والأجهزة الميكانيكية لإنتاج وتنظيم الطاقة اللازمة لتسخين وطهي الطعام.ان مصدر إنتاج

الاشعة في الفرن هو المجنيترون وهو صمام أو انبوبة مفرغة تنتج اشعة يصل تذبذبها إلى 2450 MHz بقدرة تصل إلى 3 آلاف واط، ويوجه امواجه إلى قطعة معدنية متحركة لزيادة التاكد من التسخين يقابله مروحة تقوم بتشتيت الأمواج في الحجرة التي تكون مصنوعة من المعدن تعكس الاشعة على مختلف اوجه الغرفة، يوضع الطعام على وعاء دائري متحرك حتى يتاكد من توزيع الاشعة على كافة الطعام ،غرفة الطعام في حد ذاتها هي قفص فاراداي الذي يمنع الموجات من الهروب في البيئة.وكذلك باب الفرن عادة ما يكون لوحة من الزجاج لتكون المشاهدة سهلة، ولكن لديه طبقة من شبكة التوصيل للحفاظ على التدريع لأن حجم الثقوب في العيون هو أقل بكثير من الموجات الطويلة، يمكن القول أن معظم اشعة الميكروويف لا تمر من خلال الباب كما توجود لوحة تحكم بجانب الغطاء الزجاجي. بصفة عامة يتكون فرن الميكروويف من نظامين رئيسيين للتشغيل هما وحدة التحكم، وحدة إنتاج الفولط العالي

## وحدة التحكم

تتكون من مؤقت إلكتروني ومنظم للطاقة الكهربائية وأجهزة الامان فعندما يمر التيار الكهربائي من مصدر الطاقة عبر الأسلاك إلى داخل الفرن فتعترضه سلسلة من الفيوزات والدوائر الكهربائية المصممة لابطال عمل الفرن ذاتيا عند حدوث خلل كهربائي أو أي عطب آخر.

## وحدة انتاج الفولت العالي

بعد مرور التيار الكهربائي والتاكد من سلامة الأجهزة التشغيلية بالفرن تقوم وحدة إنتاج الفولط العالي والمكثف بمضاعفة الفولط الناتج من 115 فولط إلى 3000 فولط تقريبا، وعندئذ تقوم وحدة المجنيترون بطريقة ديناميكية إلى تولد ذبذبات موجية ذات قوة عالية والمعروفة بالموجات الكهرومغناطيسية تنتقل بدورها عبر قناة معدنية تغذي منطقة الطهي ويتم توجيه هذه الموجات إلى الطعام من جميع الجهات إما عبر انعكاسها من السطح المعدني أو الجدران الداخلية للفرن وتظل هذه الموجات داخل الفرن طوال فترة التشغيل التي تم اختيارها حسب نوع وكمية الطعام وعندما ينتهي الوقت المحدد أو عند فتح باب الفرن تتوقف هذه الوحدة تلقائيا من خلال تطبيق مبدأ السلامة وثانيا لكي لا يصل الطعام إلى درجة فقدان الماء منه ويحترق.

## الأحجام

*المضغوط :يعتبر من أصغر أنواع أفران المايكروويف وبذلك هو الأكثر استعمالا إذ تعتبر أبعاده كما يلي:

الطول:50 سنتمتر.

العرض:35 سنتمتر.

الارتفاع حوالي 30 سنتمتر.

وتصنف هذه الأفران حسب طاقة التشغيل حيث تكون الطاقة تتراوح بين 500 و 1000 واط، يستخدم هذا النوع من الأفران عادةً في تسخين الطعام وصنع الوجبات الصغيرة والخفيفة (الفشار) واستيعاب حوالي 28 لتر كأقصى حد ،وهي غير مصممة لطهي كميات كبيرة من الطعام كما يقدر سعرها بحوالي 100 دولار أمريكي.

*متوسط القدرة :هذه الافران أكبر من سابقتها(المضغوط) تستوعب من 30 إلى 45 لتر ،اين تتراوح طاقة التشغيل ما بين 100 و1500 واط ،تستخدم للطبخ العائلي وتسمى بميكروويف الاسرة.

*الافران ذات القدرة الكبيرة :مصمم هذا الميكروويف لأغراض طهي الوجبات الكبيرة وهي افران ذات قدرة كبيرة كوجبات تحميص الديك الرومي ،وتستخدم الطريقة الالية في الطبخ حيث أنها تستوعب حوالي 60 لتر ،اما الابعاد فهي كالتالي:

الطول:50 سنتمتر

العرض:50 سنتمتر

الارتفاع:30 سنتمتر

**المدمج :يعتبر هذا الميكروويف الأكثر كلفة من الافران السابقة إذ لديه خصائص كثيرة فهو مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ، مثل رادارانج الأصلي

**المحمول:

و هو اصغر من الأنواع السابقة الذكر فقياساته على النحو التالي:

الطول:38 سنتمتر

العرض:25 سنتمتر

الارتفاع:28 سنتمتر

صمم بهذا الشكل لتسهيل نقله إذ يعمل بمصدر طاقة الشاحن الموجود بالسيارة أو من البطارية مباشرة.وهناك تجريب جديد لهذه الافران إذ تختبر بعض الشركات مداخل usbلإمداده بالطاقة من أجهزة الكمبيوتر لاستخدامه في المكتب ،ولديه طاقة تشغيل اقل نسبيا حوالي 300 واط اي يأثر سلبا على المستعمل إذ ياخذ وقت طويل في الطهي.

## الاستخدامات

أفران الميكروويف تستخدم عادة لتحقيق الكفاءة في ربح الوقت في كل من التطبيقات الصناعية مثل المطاعم والمنازل وليس لجودة الطبخ فيها، وعلى الرغم من أن بعض الوصفات الغذائية التي تطهى باستخدام أفران الميكروويف لا يمكنها ان تنافس بعض الوصفات التي تستخدم المواقد والأفران التقليدية .الطهاة المحترفين عموما يجدوا ان أفران الميكروويف ذات فائدة محدودة بسبب انها لا تحمر الطعام، فيها الكرمل، والنكهة التي تعزيز الشكل لا يمكن أن تحدث نتيجة لمدى درجة الحرارة.[8] من ناحية أخرى، الناس الذين يريدون الطهي السريع يمكنهم استخدام أفران المايكروويف لإعداد الطعام أو لتسخين المواد الغذائية المخزنة (بما في ذلك الأطباق التجارية المجمدة قبل طهي) في بضع دقائق فقط. أفران المايكروويف يمكن أن تستخدم أيضا لتذويب العناصر التي سيتم لاحقا طبخها بالطرق التقليدية، وبذلك ينخفض الوقت الذي يستغرقه لتذويب الأطعمة بشكل طبيعي. أفران الميكروويف هي أيضا مفيدة لتخفيف بعض المهام التي يمكن تنفيذها بالافران التقليدية المرهقة في الطبخ، مثل تليين الزبدة أو ذوبان الشوكولاته.

## الكفاءة

هذه المقالة ربما تحتوي بحثًا أصليًّا .ربما تجد نقاشًا حول هذا في صفحة نقاش المقالة . فضلًا ساعد في تحسينها بالتحقق من الادعاءات وإضافة الهوامش إليها .يجب إزالة المعلومات التي تُعد بحوثًا أصلية .(أبريل 2009)

المايكروويف يحول جزء فقط من مدخلاتها الكهربائية إلى طاقة الميكروويف. نموذج المايكروويف يستهلك 1100 واط من الكهرباء المنتجة في 700 واط من الطاقة الميكروويف، وكفاءة 64 ٪. و 400 وات تبدد كحرارة، ومعظمها في أنبوب المغنطرون. قوة إضافية تستخدم لتشغيل المصابيح ومحولات التيار المتردد، المغنطرون مروحة تبريد، والغذاء أسطوانات المحرك ودوائر التحكم. هذه الحرارة

الضائعة، جنبا إلى جنب مع الحرارة من المواد الغذائية، تم استنفاد الهواء الساخن من خلال فتحات التبريد.

وهناك اعتبار لتقييم كفاءة فرن الميكروويف هو تقييم كيف تهدر الكثير من الطاقة باستخدام أشكال أخرى من الطبخ. على سبيل المثال، عند تسخين الماء لاحتساء فنجان قهوة، فرن الميكروويف تسخن كوب فقط من المياه نفسها. وعند استخدام غلاية، تسخن غلاية نفسها بالإضافة إلى المياه، بالإضافة إلى أن المياه الاضافية تركت بعد ذلك في غلاية، على الرغم من الغلايات الكهربائية اغلاق تلقائيا بمجرد الماء المغلي. تبعا لحجم غلاية وكمية المياه الزائدة والكفاءة في أفران الميكروويف يمكن أن تكون قابلة للمقارنة، ولو كان فقط المطلوب من المياه تستخدم الغلايات الكهربائية بصورة عامة أكثر كفاءة.[9]

الطهي في أفران التدفئة التقليدية ينطوي على الهيكل الداخلي للفرن والهواء لأنه يحتوي على درجة الحرارة الطهي، بالإضافة إلى ذلك، فإنه ينطوي على أن الحفاظ على درجة حرارة ضد خسائر الإشعاعي للحرارة لوقت أطول مما هو معتاد مع فرن الميكروويف. كفاءات أساليب الطهي التقليدية قد يكون من الصعب تحديد كمية ولكن تميل إلى أن تكون أقل.

## مزايا وعيوب أفران الميكروويف

إن لأي جهاز في هذه الحياة محاسن ومساوئ ومن بينهم أفران الميكروويف.

*المزايا:

تمتاز أفران الميكروويف على الأفران التقليدية بمرور أشعة الميكروويف فيها بسرعة خلال الأواني المصنوعة من الزجاج، الورق، الخزف والبلاستيك دون أن تتأثر هذه الأخيرة أو تأثر على الطعام الموجود فيها. الإناء المخصص لهذه الأفران أثناء عملية الطبخ أو التسخين لا نجده ساخنا جدا، إذ يمكن مسكه باليد لإخراجه من الفرن دون الإحساس بحرارة شديدة بينما يكون الطعام داخله على درجة حرارة غليان الماء،ويمنع استعمال الأواني المعدنية داخل هذه الأفران. تحدث عملية الطبخ للأغذية بسرعة على درجات حرارة داخل الفرن تتراوح بين 180 و 200°م أو أكثر بواسطة عمليات الحمل الحراري ،كما يفيد وجود الماء في الطعام على توزيع الحرارة داخله، مما يجعل طريقة الطبخ فيها تستغرق وقتا قصيرا وبالتالي تقلل حدوث فقد كبير في المكونات الغذائية للطعام.

***العيوب يمكن تلخيص عيوب افران الميكروويف على النحو التالي:**

تكون عملية التسخين في الاغذية الصلبة غير منتظمة بواسطة هذه الافران، لان التسخين فيها يعتمد على ذبذبات جزيئات السوائل الموجودة في الاغذية بواسطة هذه الاشعة يؤدي إلى بقاء بعض الجراثيم المسببة لفساد الطعام.[10]

عدم قدرتها على تلوين سطح اللحوم وغيرها باللون البني المرغوب خلال عملية الشوي كالذي يحدث داخل الأفران العادية ،لكن أصبح بالإمكان التغلب على ذلك في أفران الميكروويف الأحدث عن طريق دفع تيار من الهواء داخل الفرن واستعمال الأشعة تحت الحمراء ذات التأثير الحراري التي يمكن بوساطتها تحمير سطح اللحوم والخبز بشكل يشبه ما يحدث في الأفران التقليدية.

## خصائص التسخين

تحتاج هذه المقالة أو المقطع إلى مصادر إضافية لتحسين وثوقيتها .الرجاء المساعدة في تطوير هذه المقالة بإضافة استشهادات من مصادر موثوقة .المعلومات غير المنسوبة إلى مصدر يمكن التشكيك فيها وإزالتها .(ديسمبر 2009)

في المايكروويف، قد يكون الطعام ساخنا لفترة قصيرة من الوقت الذي يتم طهيها بشكل غير متساو، حيث الحرارة يتطلب وقتا لنشرها عن طريق الطعام، والموجات الدقيقة تخترق فقط إلى عمق محدود. أفران الميكروويف كثيرا ما تستخدم إعادة تسخين الطعام المطهي في السابق، والبكتيريا والتلوث قد لا يكون قتل إذا لم يتم التوصل درجة الحرارة الآمنة، مما أسفر عن الأمراض التي تنقلها الأغذية، كما هو الحال مع جميع وسائل إعادة تسخين.

تفاوت التدفئة في غذاء المايكروويف يمكن أن يعزى ذلك جزئيا إلى أن التوزيع غير متكافئ لطاقة الميكروويف داخل الفرن، ويعزى ذلك جزئيا إلى اختلاف مات امتصاص الطاقة في أجزاء مختلفة من المواد الغذائية. المشكلة الأولى هي خفض مقدار النمام، وهو نوع من المروحة التي تعكس طاقة الميكروويف إلى أجزاء مختلفة من الفرن لأنها تدور، أو الدوائر التي تحول الأغذية ؛ الأقراص الدوارة، ومع ذلك، قد لا تزال تترك بقع، مثل المركز من الفرن، والتي تتلقى تفاوت توزيع الطاقة. موقع البقع الميتة والبؤر الساخنة في الميكروويف يمكن تعيينها عن طريق وضع قطعة رطبة من الورق الحراري في الفرن. عندما تخضع الورقة المشبعة بالمياه لاشعاع الميكروويف تصبح ساخنة بما يكفي للتسبب في ظهور الصباغة التي ستوفر التمثيل البصري للأفران الميكروويف. الطبقات المتعددة من الورق شيدت في الفرن مع

مسافة كافية بينهما خريطة ثلاثية الأبعاد يمكن أن تنشأ. إيصالات تخزين كثيرة مطبوعة على الورق الحراري الذي يسمح ان يكون من السهل القيام به في المنزل.[11]

والمشكلة الثانية هي نتيجة للتركيبة الأغذية والهندسة، ويجب التصدي لها من قبل عن طريق ترتيب طهي الطعام بحيث تمتص الطاقة بشكل متساو، واختبار بشكل دوري التدريع أي أجزاء الطعام التي اسخن. في بعض المواد مع الموصلية الحرارية المنخفضة، حيث تكون عازلة زيادات مستمرة مع درجة الحرارة، ويمكن أن يسبب تسخين الميكروويف والهروب الحراري. في ظل ظروف معينة، يمكن للزجاج المعرض للهروب الحراري في فرن الميكروويف الذوبان.فيديو على يوتيوب

نتيجة لهذه الظاهرة، أفران الميكروويف وضعت في مستويات عالية للطاقة بل قد تبدأ لطهي حواف الأغذية المجمدة، في حين أن من داخل الغذاء لا تزال مجمدة. وهناك حالة أخرى يمكن للتدفئة المتفاوتة ملاحظتها في السلع المخبوزة التي تحتوي على التوت. في هذه البنود، التوت يمتص المزيد من الطاقة أكثر من الخبز الجاف المحيط وأيضا لا يمكن تبديد الحرارة بسبب الموصلية الحرارية المنخفضة للخبز. والنتيجة هي أن كثيرا من التسخين للتوت نسبية لبقية المواد الغذائية. مستويات منخفضة من الطاقة التي تعلم الصقيع "" وضع الفرن مصممة لإتاحة الوقت للحرارة التي ستدار من المناطق التي تمتص الحرارة بسهولة أكبر لتلك التي تمتص الحرارة ببطء أكثر. أكثر التدفئة ستجري من خلال وضع الطعام خارج مركز العلبة علي القرص الدوار بدلا من ضبطة في الوسط.

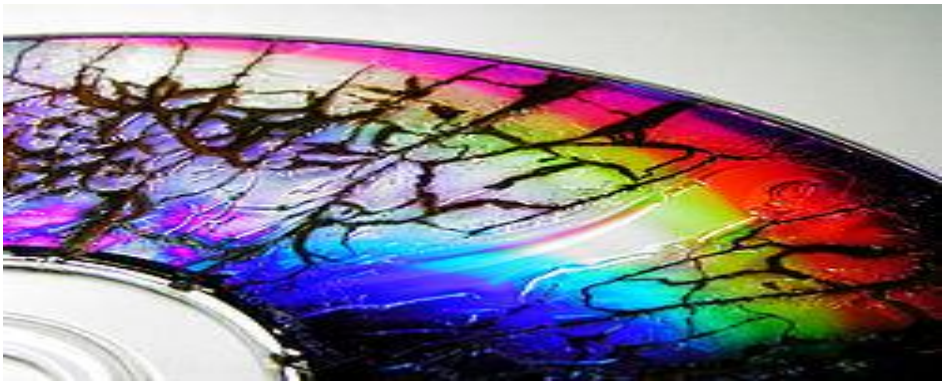
تسخين الميكروويف يمكن أن يكون متفاوتا حسب التصميم. بعض الحزم الميكروفية (ولا سيما الفطائر) قد تحتوي على رقائق السيراميك أو الألومنيوم التي تحتوي على المواد التي صممت لاستيعاب الموجات الدقيقة وتمتص الحرارة (وبالتالي تحويل الموجات الدقيقة إلى اقل اختراق الأشعة تحت الحمراء( الذي يساعد في تحضير الخبز أو قشرة بإيداع المزيد من الطاقة بسطحية في هذه المجالات. هذه البقع السيراميك الملصقة على الكرتون تتمركز بالقرب من الغذاء، وعادة ما تكون أزرق دخاني أو رمادي اللون، وعادة ما يمكن تمييزها بسهولة. كرتون تغليف الميكروفية قد يحتوي أيضا على بقع السيراميك التي تعمل بنفس الطريقة. المصطلح التقني لمثل هذه الموجات التي تمتص هو سيسبتور.

## الآثار المترتبة على المواد الغذائية والمواد المغذية

ان أي شكل من أشكال الطبخ في الحقيقة سيدمر بعض المواد المغذية في الطعام، ولكن المتغيرات الرئيسية هي كمية المياه المستخدمة في الطبخ، ووقت طهي الطعام يكون مختصر، وعند أي درجة حرارة نريد.[12] أفران الميكروويف تحول فيتامينB12 من عامل نشيط إلى خامل، وهذا يجعل ما يقارب من 30-40 ٪ من فينامين B12 الموجودة في المواد الغذائية غير صالحة للاستعمال.[13]

السبانخ تحتفظ كل احتياجاتها تقريبا من حامض الفوليك عند طهيها في افران الميكروويف [12] ؛ بالمقارنة فإنه يفقد نحو 77 في المئة إذا طبخت في موقد (فرن تقليدي)، وذلك لأن الطعام على الموقد عادة ما يغلي ويصفي المواد المغذية.[12] الخضر المطبوخة على البخار تحفاظ على المواد المغذية عند طهيها على قارورة غاز مما هو عليه في افران الميكروويف.[12][14][15][16][17][18]

الأخطار



**دي في دي المايكرويف الراديوية تظهر آثار التفريغ الكهربائي من خلال الفيلم معدنية**

تحتاج هذه المقالة أو المقطع إلى مصادر إضافية لتحسين وثوقيتها .الرجاء المساعدة في تطوير هذه المقالة بإضافة استشهادات من مصادر موثوقة .المعلومات غير المنسوبة إلى مصدر يمكن التشكيك فيها وإزالتها) .أكتوبر 2007(

يحظر استخدام أفران الميكرو ويف في بعض الأحوال يمكن تلخيصها فيما يلي:

طبخ البيض مع قشرته فقد ينفجر داخل غرفة المكيروويف بسبب الضغط المتزايد من البخار.

التسخين في الأواني المغلقة كالزجاجات وما شابهها ،فيجب فتحها قبل وضعها داخل هذا الفرن, وتستعمل أواني خاصة لطبخ الطعام أو شويه أو تسخينه كالزجاج والخزف

وكذلك أكياس بلاستيكية من نوع عديد الإستر خاص وهو مقاوم للحرارة ICI,s Polyesterأو الورق له مواصفات خاصة.

يحظر وضع أدوات معدنية كالملعقة والشوكة أو السكين داخل الطعام .

ضرورة التأكد من مكان وضع الطعام داخل الفرن بعيداً عن أداة التسخين داخله مسافة لا تقل عن سنتيمترين منها ،لأنه يؤدي سيلان الدهون والزيوت من الطعام على أداة التسخين إلى إشعال النار داخل الفرن، وقد تصل درجة الحرارة داخل فرن الميكروويف خلال عمليات الشوي للحوم والدواجن إلى 200 مئوية أو أكثر ثم يحتفظ هذا الفرن بحرارته لمدة 15 دقيقة بعد صدور أصوات التنبيه فيه ،ثم يتوقف عن العمل من تلقاء عن العمل نفسه إذا لم يفتح باب الفرن

يحدث عند تسخين السوائل مثل الماء والقهوة والشاي والحليب داخل فرن الميكروويف تأخير في نقطة غليانها (100 درجة مئوية)،ويمكن منع حدوث ذلك بوضع عمود من الزجاج أو ملعقة خاصة من البلاستيك في السائل المراد تسخينه، وتحتوي بعض هذه الأفران على صينية خاصة لوضع الطعام عليها وهي تدور عند تشغيله بالفترة الزمنية المحددة ثم تتوقف آلياً.

السوائل عند تسخينها في المايكرويف في حاوية مع سطح أملس تصل إلى أعلى مستوياتها،

المنتجات التي يتم تسخينها فترة طويلة جدا يمكن أن تشتعل فيها النيران. وإن كان هذا هو الأصل في أي شكل من أشكال الطهي والطبخ السريع وعدم مراقبة نتائج استخدام أفران الميكروويف يؤدي الي مخاطر إضافية كما أن الدليل الكتيبي لفرن الميكروويف كثيرا ما يحذرون فيه من مخاطر من هذا القبيل. لأن تجويف المايكرويف مغلق ومصنوع من المعدن.

تأثير طبقات الميكروويف المعدنية الرقيقة يمكن رؤيتها بوضوح على قرص مضغوط أو دي في دي) وخصوصا نوع ضغط المصنع). الموجات الدقيقة تحمل تيارات كهربائية في الفيلم المعدني الذي يسخن ويذيب البلاستيك في القرص، ويترك ندوبا واضحة على نمط متحد وشعاعي. كما يمكن أن يتضح من خلال وضع مقياس الإشعاع داخل غرفة الطبخ، وخلق بلازما داخل غرفة الفراغ.

خطر آخر هو صدى أنبوب المغنطرون نفسه. فإذا تم تشغيل فرن الميكروويف دون كائن لامتصاص الإشعاع، ستتشكل موجة دائمة .الطاقة تنعكس ذهابا وايابا بين

الأنبوب وغرفة الطعام. هذا قد يؤدي إلى 'طبخ' الأنبوب نفسه ويحرق. وبالتالي المواد الغذائية المجففة، أو المواد الغذائية المغلفة بمواد معدنية ،و هي إشكالية من دون أن تشكل خطرا واضحا.

يجب كسر عوازل السيراميك أو المغناطيسي ولا يمكن معالجته. ومن الواضح أن هذا يشكل خطرا إذا أصبح المايكروويف فعليا معطوبا، أي تصدع السيراميك.

للمزيد من المعلومات :شرر القديس إلمو

## علم الميكروويف أو الموجات الدقيقة

ميكروويف اسم يطلق على الموجات الكهرومغناطيسية التي تشع من أي دائرة (electromagnetic waves) كهربية للتيار المتردد وذلك نتيجة للاضطراب الكهربي أو بمعنى أدق نتيجة للفوضى الكهربية التي تحدث لتلك الدائرة عندما يكون تردد التيار عالي جدا

بصفة عامة تنشأ الموجات الكهرومغناطيسية عندما تتغير سرعة الشحنات الكهربائية مثال ذلك:

- الشعاع الكهرومغناطيسى الصادر من الهوائي (اريال) عندما تتسارع حركة الشحنات الكهربية للتيار المتردد
- الشعاع الكهرومغناطيسى الذي يساوى الفرق بين مستوين من مستويات الطاقة عندما ينتقل إلكترون من مستوى عالي الطاقة إلى مستوى أقل

- الشعاع الكهرومغناطيسى الناتج من جسيمات الغاز المشحونة كهربيا عندما يصل الغاز إلى درجات حرارة

يمثل الطيف الكهرومغناطيسى ويوضح تطبيقاته بشكل عام من موجات الراديو إلى موجات الضوء ونلاحظ أن التردد يتراوح من ١ ميغا هيرتز إلى ١١٥ هيرتز ويقابله طول موجي يبدأ من كيلومتر إلى مايكرومتر من دراسة هذا الطيف نستطيع ان نؤكد إن الموجات الكهرومغناطيسية عامة بما فيها موجات الميكروويف تستطيع إن تنتشر في الفضاء بسرعة الضوء بدون الحاجة إلى مادة مساعده مثل موجات الصوت وموجات الماء والدليل على ذلك إن موجات الضوء والتي هي من نفس تصل من الشمس (electromagnetic waves) النوع إلى الأرض بدون أي عوائق

فهو يوضح طيف الموجات الدقيقة وتطبيقاتها ويتراوح مدى ترددات الميكروويف في الطيف الكهرومغناطيسي من ميجا هيرتز إلى جيجا هيرتز يقابله طول موجي يتراوح من ٣٠ مم - ٣ سم مما سبق يتضح إن موجات الميكروويف نسبت إلى الطول الموجي القصير وليس إلى التردد العالي المسئول عن تولده عندما يكون التردد منخفض على سبيل المثال في حدود ٦ هيرتز يعتمد التحليل الكهربي للدائرة على - ٥ قوانين كرو وشوف المتعلقة بالتيار وفرق الجهد العنصران المهمان في الدائرة الكهربية حيث إن أي إشعاع كهرومغناطيسي يهمل لأن ليس له تأثير يذكر في تبديد الطاقة عندما يكون التردد عالي جدا يهمل التيار وفرق الجهد ويكون تأثير الحقلين الكهربي والمغناطيسي سلبي على الدائرة حيث إن أي موصل في الدائرة الكهربية يعتبر 5 هوائي مبدد للطاقة على هيئة موجات كهر ومغناطيسية حتى لو كان اصغر سلك في الدائرة اما في حالة التردد العالي ( تردد ميكروويف) يتم التوصيل في الدائرة الكهربية بواسطة وعاء مجوف له أبعاد محددة تنتشر فيه موجات الميكروويف بشروط معينة كما هو موضح (Waveguide) ويدعى موجهه الموجه

العلم الذي يؤدى إلى فهم خواص الموجات الدقيقة هو دراسة النظرية الكهرومغناطيسية وحل معادلات ماكسويل وذلك بفرض شروط معينة للمعادلة تؤدى إلى إيجاد شكل عام وخاص للحقلين الكهربي والمغناطيسي لذلك لا يمكن لأي عالم أو مهندس العمل في حقل الميكروويف بدون دراسة النظرية الكهرومغناطيسية تعتبر الحرب العالمية الثانية العامل الرئيسي لاكتشاف موجات الميكروويف عن طريق استخدام الرادار وهو الجهاز المهم جدا أثناء الحرب ولا يمكن أن يستغنى عنه أي طرف من الأطراف المتحاربة فقد لوحظ أن الموجات الكهرومغناطيسية عندما يكون ترددها عالي أي في مدى الميكروويف تنتشر في خطوط مستقيمة وتخترق الضباب والغيوم بدون أن تفقد جزء يذكر من طاقتها وكذلك تستطيع اختراق الغلاف الجوى المتأين المتكون من ذرات متأينه ، (ionosphere) الأيون وسفير وإلكترونات أي شحنات كهربية، وذلك بعكس الموجات ذات 8 التردد الأقل ، موجات الراديو مثلاً، فهي تنعكس عند ملامستها لهذا الغلاف وبجانب تلك الخواص فأن هذه الموجات لها خواص موجات الضوء مثل خاصية الانعكاس والانحراف والاستقطاب والانكسار بحيث يمكن استخدامها في تحديد مكان وسرعة أي جسم سوأ كان ثابت أو متحرك الشكل ٤ يوضح ذلك 9 أدت هذه الخواص التي تتمتع بها موجات الميكروويف (Radio Detection And Ranging) إلى اختراع الرادار حيث توجه ذبذبات الميكروويف في خطوط مستقيمة على مساحات كبيرة وعند ملامستها لجسم صلب تنعكس ومن إيجاد الفرق بين سرعة الموجه الساقطة والموجه المنعكسة ممكن الحصول على معلومات هامة تفيد الأطراف المتحاربة في تحديد مواقع طائرات وسفن العدو سواء عند الهجوم آو الدفاع

تعتبر طاقة الميكروويف أهم استخدامات الميكروويف حيث اكتشفت عام ١٩٥ بمحض الصدفة عند تجربة مولد واهم ميزة لهذه الطاقة (Magnetron) الذبذبات العالية إنها تحول الطاقة الكهربية إلى طاقه حرارية بصورة مباشره إن طاقة المميكروويف تعتبر ليس لها مثيل وتختلف اختلافا جذريا عن الطاقات الأخرى ولها

مميزات عديدة 14 إنها تعمل داخل المادة أي تخترق سطح المادة وتتفاعل مع كل ذرة من ذرات المادة أي إن الحرارة تتولد داخل المادة نفسها فالموجات المسلطة على المادة ليست ساخنة بل هي موجات باردة أي إن كمية الحرارة المنتجة تعتمد على خواص المادة الكهربية بالدرجة الأولى تخفض زمن التصنيع للمادة فمثلا المادة التي تصنع خلال ٢٤ ساعة بواسطة الطاقات العادية يمكن تصنيعها خلال ١ دقائق باستخدام طاقة الميكروويف مما يؤدى إلى خفض التكاليف والزمن تمتاز بالنظافة التامة وكذلك نظافة ما حولها فهي ليست طاقة خارجية تسلط على سطح الجسم وتسخنه وتسخن ما حوله بل هي طاقة داخليه بحتة حيث يبقى المكان المحيط بالجسم نظيفا أي ليس هناك أدخنه أو غبار أو أي شئ يؤدى إلى تلوث بيئى 15 إن استخدام طاقة الميكروويف في تصنيع المواد وخاصة مواد السيراميك(المواد التي ساعدت علي النهضة العلمية الحديثة) التي يتطلب تصنيعها حرارة عالية جدا أدى إلى إنتاج مواد من السيراميك ليس لها مثيل وعرفت هذه Microwave ) الصناعة بعمليات الميكروويف (Processing of Ceramic

بالاضافة إلى دور الميكروويفز في تطور علم الحاسب الآلي حيث أن سرعة الكومبيوتر تعتمد على دوائر كهربيه في مدى ترددات الميكروويف حتى لا يحدث تضاؤل للذبذبات وخاصة في خطوط النقل البعيد مثل التعامل عن بعد بواسطة الأنترنت .

## مخاطر أشعة الميكروويف ( أفران الميكروويف)

يتم استخدام أفران الميكروويف بصفة يومية في المطاعم والكافيتريات والمطابخ كذلك في المنازل .ودائما ما يتسائل مستخدمي أفران الميكروويف عن المخاطر المصاحبة لاستخدامها) تسرب الأشعة.( ولكن الأجهزة الحديثة من أفران الميكروويف تم تقليل أو منع أية فرصة لتسرب هذه الأشعة منها.

## كيف تعمل أفران الميكروويف؟

في أفران الميكروويف يتم طبخ أو تسخين الطعام بواسطة توجيه أشعة الميكروويف إليه .ومعظم أفران الميكروويف المنزلية تعمل علي تردد يبلغ من (MHz or million cycles per second) ٢٤٥ ميجاهيرتز (CW).الموجات المستمرة ( Magnetronمصدر أشعة الميكروويف في الأفران هو أنبوب ميجانترون٦ من التيار الكهربي إلي أشعة Hz ٥ أو Hz حيث يتم تحويل التردد (Tube.MHz كهرومغناطيسية يبلغ ترددها ٢٤٥٤ فولت ويتم – وتعمل أنبوبة الميجانترون بواسطة جهد عال يبلغ ٣ Step-up transformer إنتاج هذا الجهد بواسطة محول كهربائي وفلتر بحيث يتم تحويل الجهد الكهربائي ١٢ فولت و التيار المترددrectifier ثم يتم بعد ذلك تحويل هذه (Dc) إلي ٤ فولت من التيار المباشر (Oven Cavity) (Ac) الطاقة من أنبوبة الميجانترون إلي غرفة فرن الميكروويف (Wave Guide) من خلال ممر خاص بها ويوجد داخل الغرف خلاط يوزع أشعة الميكروويف بطريقة منتظمة خلال الفرن.

وتقوم أشعة الميكروويف بإنتاج حرارة عالية داخل الطعام في الفرن نتيجة لاهتزاز جزيئات الماء داخل الطعام عندما يمتص الغذاء أشعة الميكروويف,٢٤٥، مرة في الثانية (ونتيجة لحركة جزيئات المياه ينتج عنها( احتكاك وبدوره يؤدي إلي الحرارة . وهذه الحرارة هي التي تقوم بطهي أو تسخين الطعام.

## هل يمكن أن تتسرب أشعة الميكروويف من الأفران؟

في الأجهزة القديمة كان السبب الأساسي للتسرب هو عدم إغلاق الأبواب بطريقة سليمة ويمكن أن يحدث ذلك نتيجة لتراكم الأوساخ .كذلك نظريا هناك نسبة بسيطة من أشعة الميكروويف قد تتسرب من زجاج الفرن. ٢, وهي أقل كثيرا من الجرعة $mw/cm^2$وقد قيست هذه التسربات ووجدت المقررة ولا يشعر بها الجسم كذلك كلما زادت المسافة من الفرن قلت نسبة الإشعاع.

## الأضرار الصحية لأشعة الميكروويف:

-التعرض لمستويات عالية جدا من أشعة الميكروويف قد يؤدي إلى امتصاص كمية من الطاقة إلي الجسم ويمكن أن تتحول هذه الطاقة إلي حرارة كما يحدث مع الأطعمة . والتي بدورها قد تؤدي إلي أذي للعين أو المخ - .كذلك يشعر الأشخاص الذين يعملون في مجال الميكروويف بصداع وآلام في العين وعدم المقدرة علي النوم ويحدث ذلك نتيجة لتداخل أشعة الميكروويف مع الجهاز العصبي للجسم وتسمي الأضرار غير الحرارية.

## الاحتياطات الواجب اتباعها:

١ -عدم تشغيل أفران الميكروويف وهي فارغة.

٢ -تأكد من أن باب فرن الميكروويف يغلق تماما بحيث لا يحدث أي تسرب والتأكد من عدم تركم الأوساخ بحيث لا تجعل الباب يغلق جيدا

٣ -عدم السماح للأطفال بتشغيل أفران الميكروويف.

٤ -عدم الاقتراب والنظر من قرب إلي نافذة الفرن.

٥ -قبل إجراء أية أعمال صيانة يجب فصل فرن الميكروويف عن التيار الكهربائي.

٦ -عدم العمل على أفران الميكروويف للأشخاص الذين يستخدمون أجهزة لتنظيم ضربات القلب.

## التعرض المسموح به:

أ - في كندا: العاملون الذين يعملون بصفة عامة في مجال أشعة الراديو والتي منها أشعة.

٥ – ١ MW/ CM² over ٦ Hour (١ min) الميكروويف

١ – ١ MW/CM² ٦ Hour (١ min) الأشخاص العاديون.

ب -في أمريكا:

١,٦ MW/CM² for ٢٤٥ MHz

# References


1. Albretsen J.C., Gwaltney-Brant S.M., Khan S.A.: 2000, Evaluation of castor bean toxicosis in dogs: 98 cases. J Am Anim Hosp.

2. Audi J., Belson M., Patel M., et al.: 2005, Ricin poisoning: a comprehensive review.

3. Burrows G.E., Tyrl R.J.: 2001, Toxic plants of North America. Iowa State University Press, Ames, IA.

4. Centers for Disease Control and Prevention. 2000, Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response.

5. Darby S.M., Miller M.L., Allen R.O.: 2001, Forensic determination of ricin and the alkaloid marker ricinine from castor bean extracts. J Forensic .

6. Dobereiner J., Tokarnia C.H., Canella C.F.C.: 1981, Experimental poisoning of cattle by the pericarp of the fruit of Ricinus communis..

7. Ferraz A.C., Angelucci M.E., Da Costa M.L., et al.: 1999, Pharmacological evaluation of ricinine, a central nervous system stimulant isolated from Ricinus communis. Pharmacol Biochem Behav.

8. Douglas A. Skoog , Donald M. West . fundamentals of analysis chemistry .3rd Es. (1975).

9. E/ ESCWA /NR/ 1984/2/Rev .1 journal (1984) .

10. APHA , AWWA ,WPCF . Standard methods for the examination water and wastewater . 16th Ed . ( APHA Washington , D.C.(1985).

11- اسس الكيمياء التحليلية الدكتور مؤيد قاسم العبايجي – الدكتور ثابت سعيد الغبشة /جامعـــة

الموصل ( 1983) .

12- الكيمياء الهندسية الدكتور يوسف عبد اللع شهاب / جامعـــــة الموصـل . (1985)

13- علم البيئة ونوعية بيئتنا ترجمة – الدكتور قيصر نجيب صالح – ســهيلة عباس احمد والدكتور

طارق محمد صالح / جامعة الموصل .

14- علم تكنلوجيا البيئة الدكتور طارق احمد محمود / جامعـــة الموصـــل . (1988)

15- الكيمياء التحليلية الفيزياوية الدكتور ثابت سعيد الغبشة – الدكتور عادل سعيد عزوز- الســيد

خالد احمد عبد الله الغنام / جامعة الموصل (1988) .

16-APHA , AWWA ,WPCF . Standard methods for the examination water and wastewater . 16th Ed . ( APHA Washington , D.C.(1985).

17-Douglas A. Skoog , Donald M. West . fundamentals of analysis chemistry .3rd Es. (1975).

18-E/ ESCWA /NR/ 1984/2/Rev .1 journal (1984) .