دراسة تأثير الأشعة الميكروية في الحمولة البكتيرية للحليب الخام

الدكتورة نسرين البيطار*، الباحثة الدكتورة ميسون حيدر عباس*

***قسم الهندسة الغذائية، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث**

الملخص

تم في هذا البحث التعريف بالمايكروويف وتوضيح آلية عمله ومستويات الطاقة فيه، بالإضافة إلى التعرف على أهم الدراسات المرجعية التي تطرقت إلى موضوع تأثير المايكروويف في الأحياء الدقيقة الموجودة بالغذاء.

تم إجراء التجارب العملية لإثبات القدرة التعقيمية للمايكروويف في القضاء على الأحياء الدقيقة في الحليب الخام، حيث تم إجراء عملية الزرع الجرثومي على أوساط مغذية مختلفة والكشف عن أنواع الأحياء الدقيقة الموجودة قبل التعقيم بالمايكروويف وبعده، حيث تبين أن استخدام الموجات الدقيقة بالطاقة القصوى أدى إلى ابادة كل الأحياء الدقيقة في الحليب الخام وبزمن تعرض حوالي (70–80) ثانية، وبالتالي من الممكن الاستغناء عن عملية تعريض المواد الغذائية لدرجات حرارة عالية، وبالتالي الحفاظ على أكبر كمية ممكنة من المواد المغذية.

الكلمات المفتاحية: المايكروويف، الموجات الدقيقة، زرع جرثومي، أوساط مغذية.

* قسم الهندسة الغذائية، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، جامعة البعث.

Study of the effect of the microwave rays of microbiological contmination of raw milk

Dr. Nisreen AlBitar *, Eng. *Mayson Haider Abbas

Abstract

In this reserch, it has been done:

-identify microwave and illustrate its mechanism function and the levels of its power as well as explain some of background studies which dealt with the subject of microwave effect of the microbiology on food items.

-Practical experments were performed to prove the sterilizing capability for microwave to eliminate microbiology in raw milk.

-A germ transplant was done on different nutrient media and detecting about kinds of microbiology, which are there befor and after sterilization in microwave.

-The results indicate that using microwave at maximum power led to decline the amount of microbiology in raw milk with time of around (70-80) seconds. Therfore it is possible to getrid of sterilization and expose food items for boiling for few minutes in order to keep as much as possiple of food items.

Keywords: Microwave – microwave rays- germ trans plant-nutrient media.

* Department of Food Engineering, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, Al-Baath University.

1.مقدمة:

استخدمت أشعة المايكرويف خلال السنوات الأخيرة بكثرة لما لها من أهمية في تحضير الطعام وتسخينه بسرعة، فضلاً عن توفير الطاقة المستخدمة في الأفران التقليدية التي تعمل بالكهرباء أو الغاز في تسخين المواد الغذائية، والتي تحتاج إلى زمن طويل مقارنة بالمايكرويف.

كما جاءت هذه التقنية كوسيلة سريعة تتماشى مع متطلبات الحياة العصرية من حيث التطور العلمي والتقني، وتلبية لحاجة المستهلك في الحصول على وجبة سريعة التحضير والتسخين، ولكن على الرغم من ذلك مازالت المعلومات العلمية غير كافية وأحيانا متضاربة في نتائج استخدام أشعة المايكرويف على الغذاء ونوعيته من جهة، وعلى الحمولة الميكروبية الموجودة فيه من جهة أخرى.

الموجات الدقيقة يمكن أن تقلل من المحتوى البكتيري للطعام، والذي يمكن أن يكون طريقة مفيدة للبسترة وسلامة الغذاء.

الموجات الدقيقة (المايكرويف)

أثناء عمل المهندس الأمريكي (بيرس سبنسر) على تصنيع أحد أجهزة الرادار للجيش البريطاني عام 1946، مد يده في جيبه باحثاً عن شيء يأكله، فتفاجئ بقطعة الشوكولا التي يحتفظ بها في جيبه بأنها قد ذابت ولوثت ثيابه بالرغم من أن الغرفة التي يعمل فيها كانت باردة، وكانت مصانع سبنسر تعمل مع شركة رايثون على تصنيع أجهزة رادار للجيش البريطاني، وعند ما وجد سبنسر أن قطعة الشوكولا قد انصهرت وهو واقف بجوار صمام الكتروني يشغل جهاز الرادار ففكر في طلب كيس من بذور الذرة (البوشار) وأمسك بها بجوار الصمام الإلكتروني، وخلال دقائق معدودة راحت حبات الذرة تنفجر وتتناثر في أرضية الغرفة.

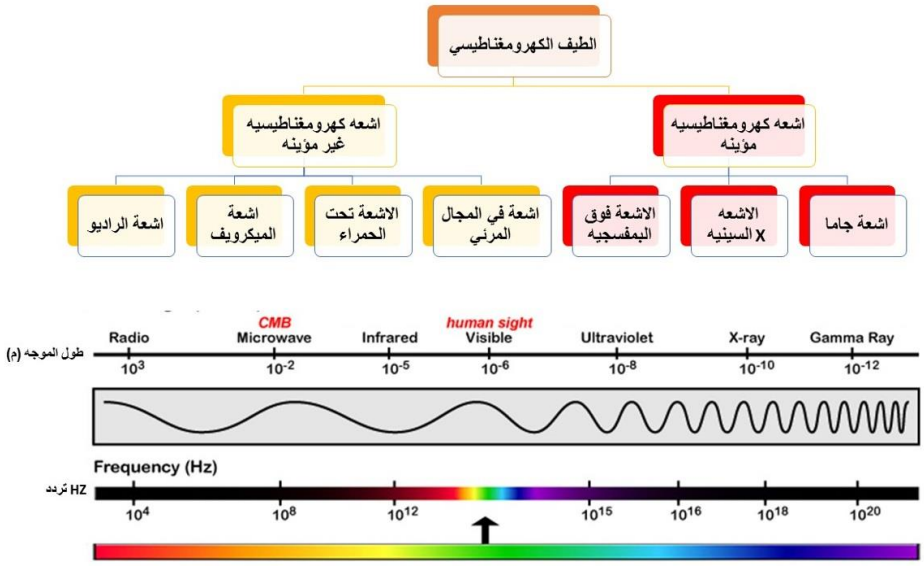
ظهر أول فرن بالمايكرويف في الأسواق عام 1953 م ، وقد كان وزنه 350 كيلو غرام وحجمه ما يقارب حجم الثلاجة، مما أدى إلى اقتصار استعماله على الفنادق والمطاعم وقطارات السكك الحديدية لغلاء ثمنه (Regier and Schubert, 2001)،

حيث بدأ تصنيع أفران المايكرويف منذ عام 1971، إذ طُلب من مصنعي أفران المايكرويف التصديق على منتجاتهم وتلبية معايير أداء السلامة التي أنشأتها وفرضتها إدارة الغذاء والدواء لحماية الصحة العامة، وبناءً على المعرفة الحالية حول إشعاع المايكرويف، تعتقد الوكالة أن الأفران التي تفي بمعايير إدارة الأغذية والعقاقير ويتم استخدامها وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة آمنة للاستخدام.

الموجات الدقيقة:

يتم تعريف موجات المايكرويف بأنها عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تقع في المنطقة بين الأشعة الراديوية والأشعة تحت الحمراء، بأطوال موجية تتراوح ما بين 0.1 إلى 100 سم، أو مايعادلها بترددات تتراوح من 0.3 إلى 300 جيجاهرتز، إذ يستخدم التسخين بالمايكرويف قدرة بعض السوائل والمواد الصلبة على تحويل الإشعاع الكهرومغناطيسي إلى حرارة لدفع التفاعلات الكيميائية، حيث تنتج هذه الأشعة في الطبيعة عندما يمر تيار كهربائي من خلال مادة موصلة، وهي تشبه موجات التلفزيون والراديو، ولهذه الأشعة استخدامات عديدة منها طهي الطعام، كما تستخدم في الاتصالات ونقل المعلومات وأجهزة الاستشعار عن بعد وأجهزة الرادار (Chandrasekaran *et al.,* 2013).

تستخدم تقنية المايكرويف الموجات الكهرومغناطيسية التي تمر عبر المواد وتتسبب في تذبذب جزيئاتها وتوليد الحرارة، ففي التسخين التقليدي، يسخن سطح المادة أولاً ثم تنتقل الحرارة إلى الداخل، بينما يعمل تسخين المايكرويف على توليد الحرارة داخل المادة وتسخين الحجم بالكامل بنفس المعدل تقريبا (Kalla et Devaraju, 2016).



أطوال موجات وطاقة المايكروويف

يمتد الإشعاع الكهرومغناطيسي على نطاق واسع من موجات الراديو الطويلة إلى أشعة غاما القصيرة، حيث يمكن للعين البشرية اكتشاف جزء صغير من هذا الطيف يسمى الضوء المرئي، بينما يكشف الراديو عن جزء مختلف من الطيف، وتستخدم آلة الأشعة السينية جزءاً آخر.

يتم استخدام الموجات الدقيقة في الاتصالات الهاتفية والتلفزيونية، كما تستخدم الصناعة الموجات الدقيقة لتجفيف وعلاج الخشب، ولعلاج المطاط والراتنجات، وطهي رقائق البطاطس، ولكن الاستخدام الأكثر شيوعاً للمستهلكين هي أفران المايكروويف (Hassan *et al.*, 2019).

يتميز المايكروويف بثلاث خصائص تسمح باستخدامه في الطهي:

- ينعكس بالمعدن.
- تمر عبر الزجاج والورق والبلاستيك والمواد المماثلة.
- ويتم امتصاصها عن طريق الأطعمة.

آلية التسخين في المايكروويف:

يمكن تسخين المواد باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية، حيث ينشأ التسخين من تفاعل المجال الكهربائي مكون الموجة مع الجسيمات في المادة، وهناك آليتين أساسيتين تنطوي عليهما تسخين المواد:

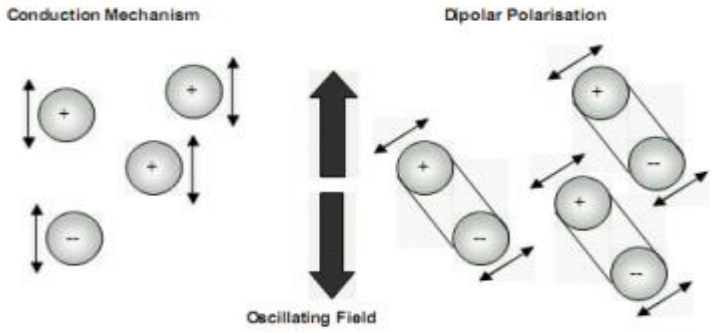
❖ الاستقطاب ثنائي القطب

الاستقطاب ثنائي القطب هو عملية يتم من خلالها توليد الحرارة في الجزيئات القطبية، وذلك عند التعرض لمجال كهرومغناطيسي متذبذب ذو تردد مناسب، ومع ذلك، وبسبب القوى بين الجزيئات والحركة العشوائية للجسيمات، تتولد الحرارة، إذ يمكن أن يولد الاستقطاب ثنائي القطب الحرارة إما بآلية من الآليات التالية أو كليهما:

- التفاعل بين جزيئات المذيبات القطبية مثل الماء والميثانول والإيثانول.
- التفاعل بين الجزيئات المذابة القطبية مثل الأمونيا وحمض الفورميك.

❖ آلية التوصيل

تعمل آلية التوصيل على توليد الحرارة من خلال تأرجح مقاومة التيار الكهربائي، إذ يولد المجال الكهرومغناطيسي تذبذباً للإلكترونات أو الأيونات في المادة، مما يؤدي إلى نشوء تيار كهربائي والذي يواجه مقاومة داخلية، والتي بدورها تسخن المادة.



آليات التسخين في المايكروويف

من أجل تجنب التداخل مع أنشطة الرادار والاتصالات، تعمل معظم أجهزة المايكروويف التجارية في مجال (2.45± 0.05) جيجاهرتز.

يستخدم فرن المايكروويف الموجات الدقيقة لتسخين الطعام الموضوع داخله، وهذه الموجات تمتلك خاصيتين هامتين هما:

- ✓ يتمّ امتصاص أشعة المايكروويف بواسطة الماء والمواد الدهنية والسكرية، فمن خلال ذرات وجزئيات هذه المواد، وامتصاصها لهذه الأشعة فإنها تكتسب طاقة تجعلها تتذبذب بدرجة كبيرة، مما تتصادم مع بعضها البعض وتنتج حرارة التسخين اللازمة لطهيها.
- ✓ إنّ المواد البلاستيكية بجميع أنواعها والمواد الزجاجية والسيراميك والفخار لا تمتص أشعة المايكروويف ولا تتأثر بها، وهذا يعني أنها لن ترتفع درجة حرارتها، أما المواد المعدنية مثل الألمنيوم فتعكس تلك الأشعة ولذا يحظر استخدامها داخل أفران المايكروويف.

تعمل الموجات الدقيقة على إثارة السوائل الموجودة في الأطعمة بقوة كبيرة، وبالتالي فإن الأطعمة التي تحتوي على محتوى سائل أعلى في المنتصف (سيطبخ من الداخل إلى الخارج)، لأن الداخل يحتوي على محتوى مائي أعلى، فالداخل سوف يكون ساخناً، في حين أن القشرة الخارجية بالكاد تكون دافئة، أما الأطعمة الأخرى، التي يكون المحتوى المائي متناثراً بشكل متساوٍ، ربما سوف تطبخ من الخارج إلى الداخل، كما هو الحال في الفرن التقليدي.

الأساس العلمي لعمل المايكروويف في غاية البساطة، إذ أن الفرن يحتوي على صماماً خاضعاً لتأثير مجال مغناطيسي، وهذا الصمام يقوم بتوليد مجال قوي، عندها تتأثر جزيئات الطعام وتذبذب منتجةً مقداراً هائلاً من الاحتكاك بين الجزيئات، مما يؤدي إلى توليد الحرارة وبالتالي يتم تسخين الأطعمة بينما تبقى الأطباق باردة.

في الواقع، قد تحافظ الأطعمة المطبوخة في فرن المايكروويف على المزيد من الفيتامينات والمعادن، لأن أفران المايكروويف يمكنها الطهي بسرعة أكبر وبدون إضافة الماء.

تأثير استخدام المايكروويف في الأحياء الدقيقة:

لم يقتصر تأثير المايكروويف على الأغذية فقط، بل أُثبت تأثيره في الأحياء الدقيقة أيضاً، حيث أظهرت الدراسات قدرة الأشعة على خفض تعداد الأحياء الدقيقة في الأغذية، كما أشارت إلى أن أشعة المايكروويف تقضي على مجموعة من البكتيريا الممكن وجودها في الأغذية ومنها:

(*Escherichia coli*، *Pseudomonas*، *Clostridium perfringens*، *Staphylococcus aureus*). (Canumir *et al.,* 2002)

على الرغم من تعدد الدراسات عن تأثير أشعة المايكروويف على الأحياء الدقيقة ضمن الأغذية، إلا أن آلية القضاء على هذه البكتيريا غير مفهومة بشكل كامل، ومن الممكن أن يعود تفسيرها إلى التدمير الذي يحدث في الجدار الخلوي للبكتيريا نتيجة درجات الحرارة العالية في المادة المعرضة للموجات الدقيقة.

ثبت علمياً وبدراسات مطولة أن تسخين الأطعمة في المايكروويف آمن، لأنه لا ينتج جذوراً حرة التي لها دور كبير في الإصابة بالسرطان، حيث تحدث تغيرات جزيئية ضئيلة للغاية مع استخدام الموجات الدقيقة، وذلك بسبب انخفاض طاقة هذه الأشعة نظراً لأنها تُعتبر أمواج غير مؤينة، وبالتالي لا تحدث تغييرات كيميائية في جزيئات في الطعام.

بعض الدراسات المرجعية حول استخدام المايكروويف في عملية البسترة وتعقيم المواد الغذائية:

قام العالم Atmaca وزملاؤه (Atmaca *et al.,* 1996) بدراسة تأثير أشعة المايكروويف في معلقات بكتيرية من *Pseudomonas* و*Staphylococcus*، عند أزمنة مختلفة ومقارنتها بالأفران التقليدية، فوجدوا أن هناك تأثير واضح لأشعة المايكروويف في القضاء على هذه البكتيريا.

بينما درس Canumir وأصدقائه (Canumir *et al.,* 2002) تأثير أشعة المايكرويف على انخفاض E.coli الموجودة في عصير التفاح، وتمت مقارنة هذه النتائج مع طريقة البسترة التقليدية (83 درجة مئوية لمدة 30 ثانية)، حيث تبين بأن تعريض العصير إلى أشعة المايكرويف عند 900 واط لمدة (60–90) ثانية، قد خفض العدد اللوغارتمي للأحياء الدقيقة بمعدل 2–4 مرات بالنسبة للبسترة التقليدية.

الباحث Dumuta–Codre وزملاؤه (Dumuta–Codre *et al.,* 2010) بحثوا في تأثير المايكرويف على الأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب، حيث تم تعريض 6 عينات من الحليب الخام لأشعة المايكرويف بأزمنة مختلفة، إذ لوحظ بأن التعداد العام قد نقص بازدياد زمن التعرض للمايكرويف.

أشار العالمان Lau و Tang (Lau and Tang, 2002)إلى تأثير أشعة المايكرويف في بسترة الهليون المخلل ضمن العبوات الزجاجية، ودراسة تأثير هذه العملية على البنية النسيجية للهليون بالمقارنة مع الطرق التقليدية للبسترة بالماء الساخن، حيث بينت النتائج إمكانية تسخين موحد للهليون وتخفيض زمن البسترة بمقدار النصف على الأقل مقارنةً بالبسترة التقليدية كذلك الحال فقد قللت البسترة بالمايكرويف من التدهور الحراري للهليون.

كما بين العالم Woo وزملاؤه (Woo *et al.,* 2000) تأثير أشعة المايكرويف على معلقات بكتيرية من *Escherichia coli* و *Bacillus Subtilis*، فوجدوا أن هناك تأثير واضح لأشعة المايكرويف في انخفاض كبير على تعداد هذه البكتيريا، كما كشف الفحص المجهري الالكتروني للخلايا عن تلف كبير على سطح معظم الخلايا.

قام الباحث أبو غرة وزملاؤه (أبو غرة وآخرون، 2014)بدراسة تأثير أشعة المايكرويف في Escherichia coli الموجودة في الحليب والجبن الأبيض، وبأزمنة مختلفة، حيث وجدوا بأن التعريض لزمن 60 و240 ثانية كان كافياً للقضاء على Escherichia coli في الحليب والجبن الأبيض على التوالي.

فساد الأغذية وتأثير الأحياء الدقيقة

يعرّف فساد الأغذية بأنه أي تغير غير مرغوب فيه يطرأ على الغذاء، كما يعرف أيضاً فساد الأغذية بأنه كل تغير يجعل الغذاء غير مقبول لمجموعة من الناس، لأي سبب، سواء من الناحية الصحية أو من ناحية الطعم، أو الشكل أو اللون أو الرائحة، وحسب هذا التعريف يمكن لغذاء ما أن يكون صالحاً لمجموعة من الناس وفي الوقت نفسه فاسداً بالنسبة لمستهلكين آخرين.

وبالرغم من وجود الفروق الفردية في الحكم على صلاحية غذاء ما للإستهلاك من عدمه، فلا بد من وجود معايير عامة يلزم الأخذ بها عند الحكم على صلاحية الغذاء وهي:

1) وجود الغذاء في مرحلة ملائمة من النمو والنضج.
2) خلو الغذاء من التلوث خلال مراحل الإنتاج والتداول.
3) خلو الغذاء من التغيرات غير المقبولة الناجمة عن النمو الميكروبيولوجي أو النشاط الأنزيمي في الغذاء.

الفساد بتأثير الأحياء الدقيقة يسمى بالفساد الميكروبيولوجي، وينتج عن تأثير الأحياء الدقيقة الموجودة في الماء والتربة والهواء، والتي تصل إلى المادة الغذائية وتلوثها، وتفسد المادة الغذائية عند الظروف الملائمة لنشاطها.

يُفهم من عملية التعقيم بأنها عملية إبادة كاملة للأحياء الدقيقة في الوسط بكافة أشكاله بما في ذلك الأبواغ، ولها أهمية قصوى في الحياة العملية سواء في ميادين الطب والصيدلة أو في الصناعات الغذائية (صادق، 2005).

آثار أشعة المايكروويف على الكائنات الدقيقة:

- **الآثار العامة على النمو:**

تعتمد كيفية تأثير الموجات الميكروية في نمو الكائنات الدقيقة بشكل أساسي على تكرار الإشعاع والطاقة الإجمالية التي تمتصها الكائنات الحية الدقيقة (الجرعة

الممتصة). عندما يتم تطبيق الموجات الدقيقة على ترددات معينة، بطاقة عالية ولفترة زمنية كافية، يكون تأثيرها الحراري على الأرجح هو السائد ويقتل الخلايا البكتيرية أو الخمائر. لم تُظهر العديد من التجارب التي تم فيها تعريض أنواع من البكتيريا والخمائر للموجات الدقيقة في بيئة رطبة قتلًا إضافياً للميكروبات مقارنةً مع التسخين بالطريقة التقليدية إلى نفس درجة الحرارة (Gorny *et al.,* 2007)، ومع ذلك، ففي بيئة جافة، انخفض التأثير القاتل لإشعاع المايكرويف بشكل ملحوظ ولم يحدث إلا بعد فترة طويلة من التعريض للإشعاع، ويرجّح ذلك لانخفاض تحويل طاقة المايكرويف إلى حرارة. حتى أن بعض الدراسات أظهرت أن مدى قتل الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا–الجراثيم–الفيروسات التي تهاجم البكتيريا) مرتبط بمحتوى الرطوبة في العينات التجريبية.

- **التأثيرات الحرارية في النمو:**

لوحظ أن تسخين الكائنات الحية الدقيقة إلى درجة حرارة معينة بواسطة الموجات الدقيقة يمكن أن يقتلها، فقد أجريت العديد من الدراسات في محاولة لتحديد الجرعة الدنيا من طاقة المايكرويف التي يمكن استخدامها لأغراض التطهير أو التعقيم.

في دراسة على فرشاة أسنان ملوثة بالمكورات العقدية (وهي نوع من البكتيريا التي يمكن أن تسبب تسوس الأسنان)، أظهرت النتائج أن تعريضها للإشعاع من فرن الموجات الدقيقة عند "طاقة عالية" ولمدة خمس دقائق أدى لتعقيمها بالكامل وبشكل أكثر فعالية من كلوريد سيتيل بيريدينوم (مركب كيميائي يدخل في تصنيع معاجين الأسنان) المُطهر أو الأشعة فوق البنفسجية (Bélanger–Giguère *et al.,* 2011).

كما أظهرت دراسة أخرى أنه يمكن استخدام الموجات الدقيقة بشكل فعال لتقليل عدد البكتيريا في أطقم الأسنان البالية سابقاً، كما تم القضاء على المكورات العنقودية الذهبية و *Escherichia coli* تماماً بعد ثلاثة تعرضات متتالية للإشعاع بتردد 18 جيجا هرتز (Patel *et al.,* 2010)، وعندما تعرضت مزارع *Escherichia coli*

وجراثيم *Bacillus cereus* لأقصى طاقة مايكرويف في فرن مايكرويف منزلي، تم تدميرها بالكامل بعد دقيقتين وأربع دقائق على التوالي (Park *et al.,* 2006).

2. هدف البحث:

نهدف في هذا البحث إلى بيان أهمية المايكرويف في القضاء على الأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب الخام، وبالتالي زيادة مدة حفظها، بالإضافة إلى التعرف على الأشعة الدقيقة ومجالات تطبيقها واستخدامها.... مما يوضح الإجابة على سؤال حول عدم خطورة استخدام المايكرويف على صحة المستهلكين، في حال استخدامه بالطريقة الموصى بها، مثله مثل أي جهاز تسخين وطهي للأطعمة.

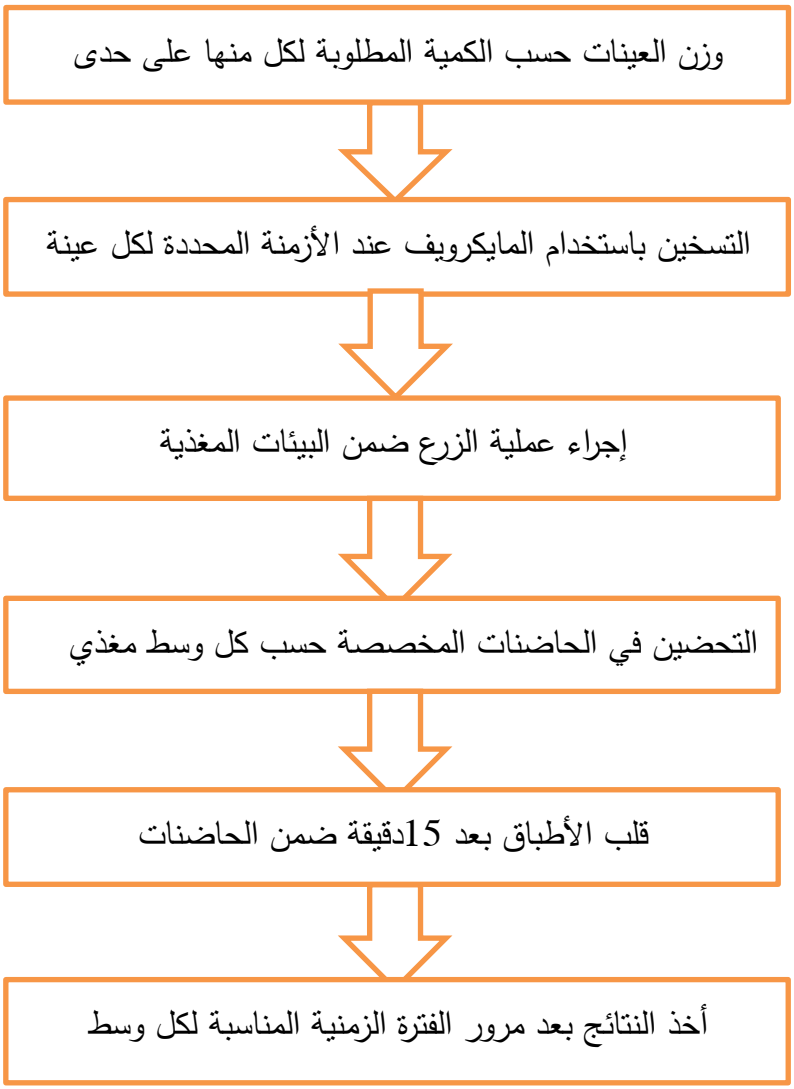
3. الأجهزة والأدوات المستخدمة و المخطط العام للعمل:

1,3 الأجهزة والأدوات المستخدمة:

1) جهاز مايكرويف نوع wattar موضح بالشكل.
2) أوساط زرع جرثومي (سالمونيلا – ماكونكي – تشابك Czapek 's medium – الآغار المغذي Natrient Agar).
3) حاضنات على الدرجة (30,37)° c.
4) أكياس بولي إيتيلن خاصة بتهضيم العينات الصلبة.

فرن الموجات الدقيقة

2,3 المخطط العام للعمل: وفق المخطط المبين في الشكل رقم [1]

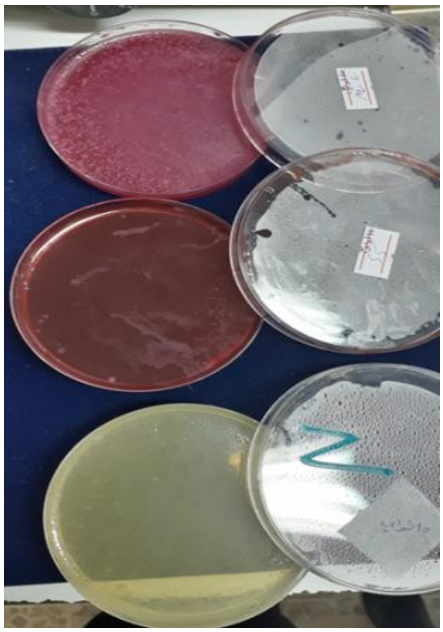


الشكل رقم [1]

- **تعقيم الحليب الممدد:**

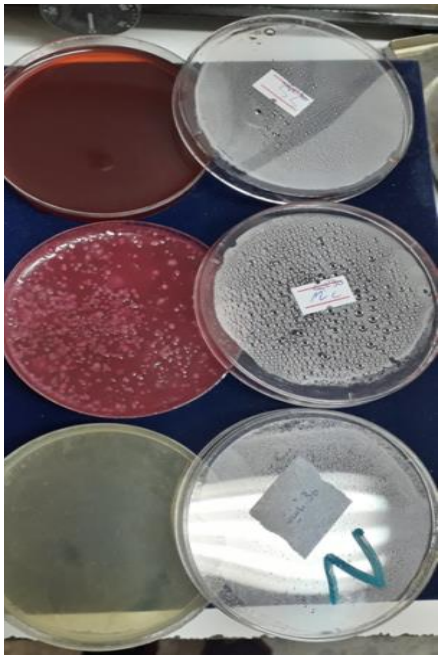
- نأخذ (5ml) من الحليب باستخدام ماصة زجاجية ونضعه في بيشر، ونضيف (100ml) ماء منزوع الشوارد، (نسبة التمديد5/100).
- نضع العينات في المايكرويف ونجري عملية تسخين عند الأزمنة التالية: (10,15,20,25,30,35,40,45,50) ثانية.
- نأخذ(1ml) من كل عينة وتزرع العينات في الأوساط (تشابك--SS-NA-MC)، ويتم تحريك الطبق حركة رحوية لضمان توزع العينة فيه بشكل مناسب.
- للتحري عن البكتريا الموجودة في العينات السابقة يتم تحضين الأطباق الحاوية على الأوساط المغذية (SS-MC-NA) على الدرجة$37c^0$، ويتم العد بعد مدة تتراوح بين (24-48) ساعة.
- للتحري عن الخمائر والفطور الموجودة في العينات السابقة، يتم تحضين الأطباق الحاوية على وسط تشابك على الدرجة $30C^0$ ، ويتم العد بعد مدة 72 ساعة.
- يراعى تقليب الأطباق بعد مرور مدة 15 دقيقة على وضعها في الحاضنات، وتؤخذ النتائج بعد انقضاء الفترة المحددة لكل عينة.

عينة الشاهد

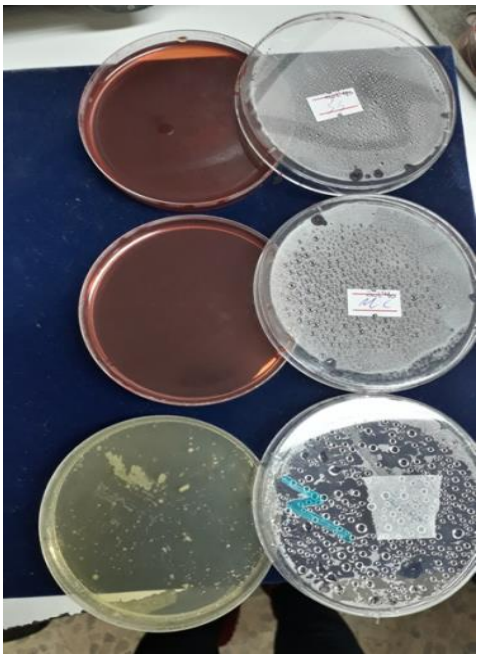


التسخين عند زمن 10 ثواني

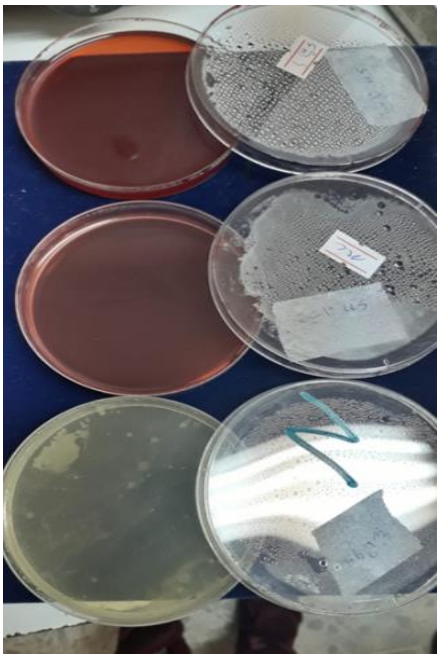
التسخين عند زمن 20 ثانية



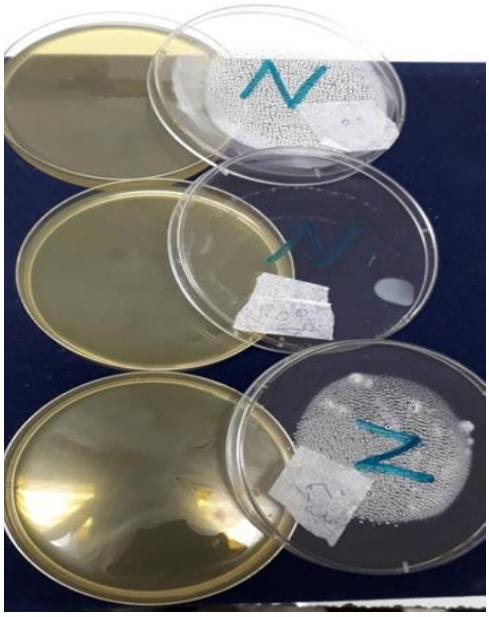
التسخين عند زمن 30 ثانية



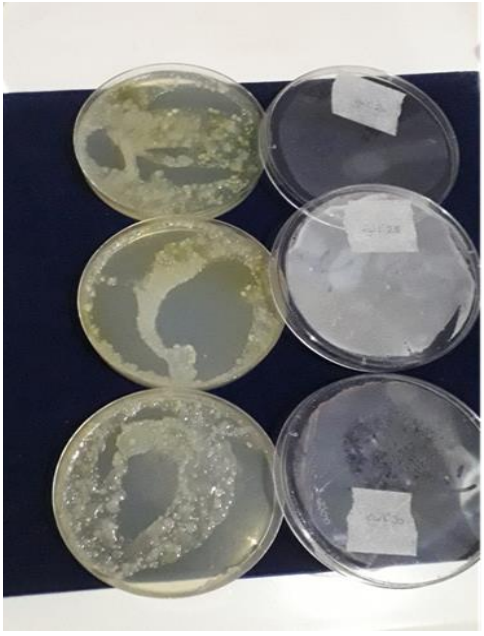
التسخين عند زمن 40 ثانية



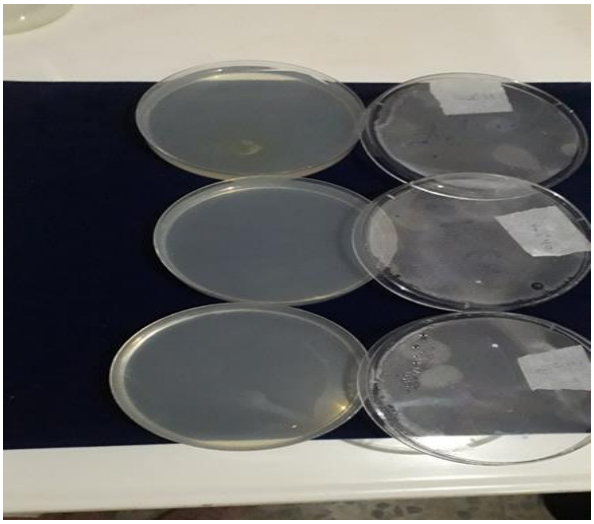
التسخين عند زمن 45 ثانية



التسخين عند زمن (50-55-60) ثانية



وسط تشابك عند زمن تسخين (20-25-30) ثانية



وسط تشابك عند زمن تسخين (35-40-45) ثانية

بعد انتهاء فترة التحضين تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول رقم [1] :

الجدول رقم [1] نتائج الزرع الجرثومي للحليب الممدد (عدد المستعمرات بعلاقة مع الزمن)

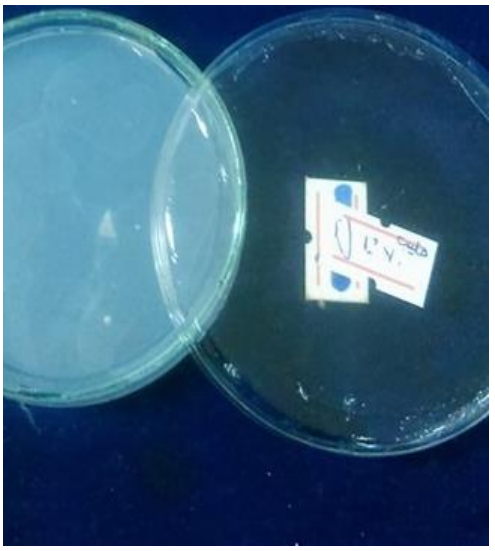
الوسط/الزمن	10	15	20	25	30	35	40	45	50
SS	70	60	47	3	1	–	–	–	–
MC	10^5	10^5	10^5	10^5	10^3	300	–	–	–
NA	كبير	كبير	كبير	كبير	3200	2400	1600	500	–
تشابك	10^6	10^6	10^5	10^4	10^4	10^4	–	–	–

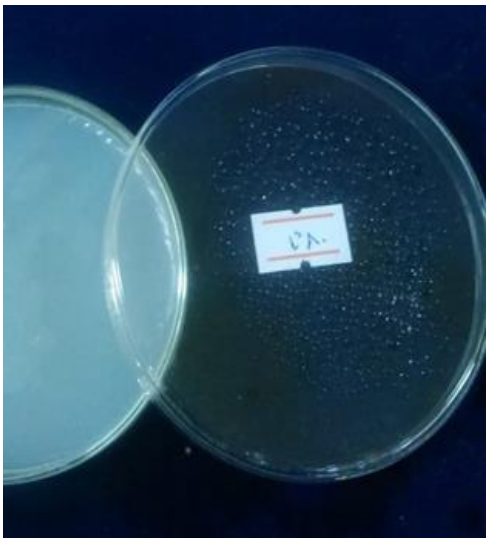
4. مناقشة النتائج:

بالإستناد إلى النتائج الموضحة في الجدول رقم [1]، نلاحظ أن البكتيريا تتحمل درجات حرارة أعلى من الفطور، حيث أن ظهورها استمر حتى عند التسخين لمدة 45 ثانية، في حين أن ظهور الفطور توقف عند الزمن 40 ثانية، لذلك وللقضاء على كافة البكتريا والفطور في عينة الحليب الممدد الغير مغلي مسبقاً يكفي التسخين باستخدام المايكرويف عند الزمن 50 ثانية للقضاء على كامل الأحياء الدقيقة الموجودة فيه وجعله صالح للإستهلاك البشري.

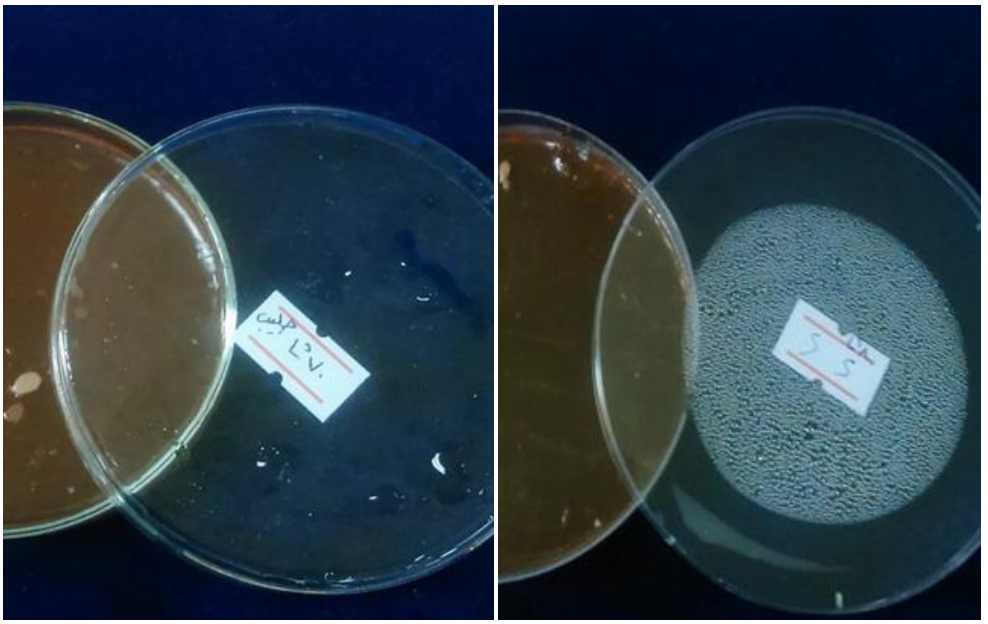
- **تعقيم الحليب غير الممدد:**

- نأخذ 100 مل حليب خام ونضعه في عبوة زجاجة.
- يتم تسخين الحليب باستخدام المايكرويف عند الأزمنة (80–70) ثانية.
- نأخذ 1ml من كل عينة ونجري عملية الزرع في الأوساط المغذية ويتم تحريك العينات بحركة رحوية لضمان توزع العينة ضمن كامل الطبق.
- توضع العينات في الحاضنات عند درجات الحرارة الموافقة لكل وسط مغذي، ويتم قلب الأطباق بعد 15دقيقة من وضعها في الحاضنة.
- يتم اخذ النتائج بعد انقضاء المدة الزمنية المناسبة لكل وسط.

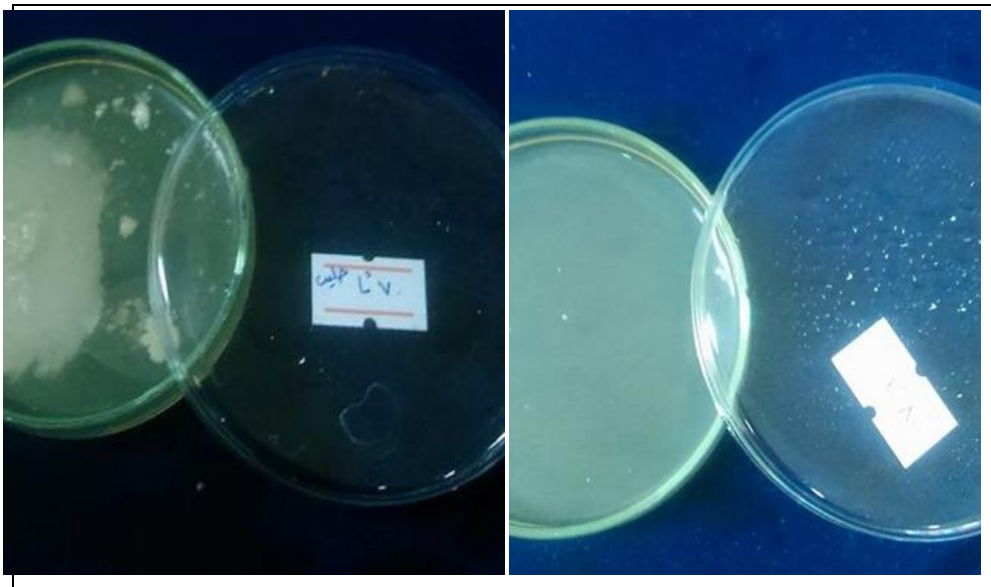




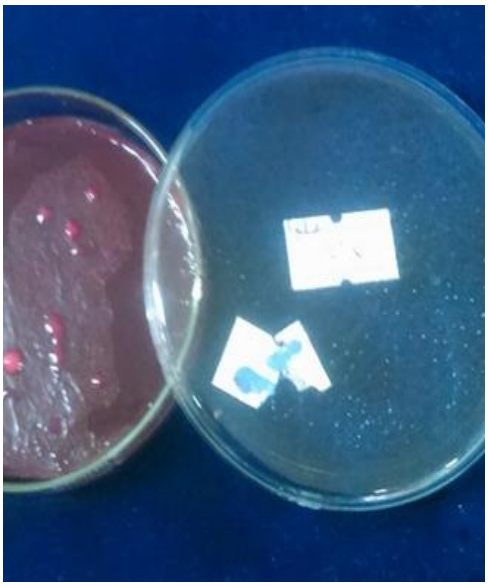
وسط تشابك عند زمن تسخين 80 ثانية وسط تشابك عند زمن تسخين 70 ثانية

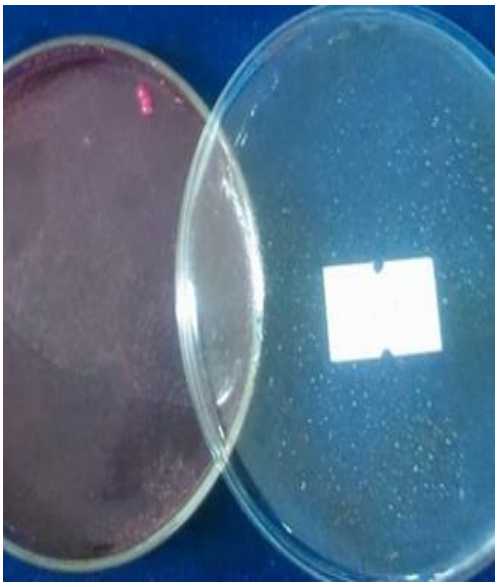


وسط سالمونيلا عند زمن تسخين 80 ثانية وسط سالمونيلا عند زمن تسخين 70 ثانية



التعداد العام عند زمن تسخين 80 ثانية التعداد العام عند زمن تسخين 70 ثانية





ماكونكي عند زمن تسخين 80 ثانية ***ماكونكي عند زمن تسخين 70 ثانية***

بعد مرور الفترة الزمنية المحددة تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول [2]:

الجدول رقم [2] نتائج الزرع الجرثومي للحليب غير الممدد

الوسط/الزمن	70 Sec	80 Sec
SS	15	–
MC	8	–
NA	10	–
تشابك	1	–

مناقشة النتائج:

وفقاً للنتائج المبينة [2] في الجدول رقم نلاحظ أنه عند التسخين لمدة 80Sec تم القضاء على كامل الأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب الخام، وبمقارنة هذا الزمن مع زمن زوال الأحياء الدقيقة في الحليب الممدد، نجد أنه في حال الحليب الممدد استغرقنا زمناً أقل لزوال الأحياء الدقيقة، وذلك لوجود الماء الذي أدى لزيادة الإنحلالية وانخفاض كثافة المادة الصلبة، وبالتالي تسهيل العملية التعقيمية.

5 –الخاتمة والمقترحات:

يوفر هذا العمل فكرة للباحثين عن أهمية استخدام الموجات الدقيقة في مجالات مختلفة ولاسيما في مجال القضاء على الأحياء الدقيقة، فقد أثبت بحثنا هذا أن التسخين باستخدام المايكرويف يتمتع بأضرار أقل إذا ما قورن مع الطرق التقليدية للتسخين، حيث

أن التسخين باستخدام الموجات الدقيقة قلل من فقدان القيمة الغذائية للمادة، بسبب اختصار زمن تعريضها للحرارة الناتجة عن الأشعة مقارنة مع الطرق الاخرى، حيث أن المادة تتعرض للحرارة من كافة الجهات دون تفاوت.

أما بالنسبة للأغذية التي يتم طبخها مسبقاً باستخدام الطرق التقليدية ثم توضع في البراد، فإن المايكروويف يقضي على كافة أبواغها المتشكلة نتيجة حفظها الطويل، فضلاً عن كونها طريقة سهلة وسريعة ورخيصة اقتصادياً.

تم استخدام الموجات الدقيقة بنجاح في عملية القضاء على الأحياء الدقيقة، حيث تبين أن استخدام الموجات الدقيقة بالطاقة القصوى أدى إلى انخفاض كمية الأحياء الدقيقة في عدة أنواع من المواد الغذائية وبزمن تعرض حوالي (70–80) ثانية، وبالتالي من الممكن الاستغناء عن عملية التعقيم وتعريض المواد الغذائية للغلي ولعدة دقائق، وبالتالي الحفاظ على أكبر كمية ممكنة من المواد المغذية.

وهنا، لابد من استعراض بعض المقترحات التي يجب أخذها بعين الاعتبار والعمل عليها:

- استخدام مواد غذائية أخرى ذات تركيب كيميائي مختلف غير المستخدمة في بحثنا هذا ودراسة تأثير زمن التعرض للموجات الدقيقة على كمية الأحياء الدقيقة الموجودة فيها.
- العمل على دراسة أحياء دقيقة أخرى غير المدروسة في بحثنا هذا واستخدام مستويات مختلفة من طاقة المايكروويف عند أزمنة متعددة.
- محاولة تطبيق عدة تقنيات في آن واحد (تقنية الحواجز المشتركة)، ودراسة آلية التأثير على الأحياء الدقيقة.

6- المراجع (REFERENCES)

6-1المراجع العربية:

1. أبو غرة، صياح، سليق، سمير، أبو يونس، عهد. (2014). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (30) العدد 4. الصفحات: 189-197.
2. صادق، شريف. (2005). الأحياء الدقيقة، منشورات جامعة البعث.

6-2المراجع الأجنبية:

3. Atmaca, S., Akdag, Z., Dasdag, S., & Celik, S. (1996). Effect of microwaves on survival of some bacterial strains. Acta microbiologica et immunologica Hungarica, 43(4), 371-378.
4. Bélanger-Giguère, K., Giguère, S. T. E. E. V. E., & Belanger, M. (2011). Disinfection of toothbrushes contaminated with Streptococcus mutans. American journal of dentistry, 24(3), 155.
5. Canumir, J. A., Celis, J. E., de Bruijn, J., & Vidal, L. V. (2002). Pasteurisation of apple juice by using microwaves. LWT-Food Science and Technology,35(5), 389-392.
6. Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., & Basak, T. (2013). Microwave food processing—A review. Food Research International, 52(1), 243-261.
7. Dumuţa-Codre, A., Rotaru, O., Giurgiulescu, L., Boltea, F., Crisan, L., & Neghelea, B. (2010). Preliminary researches regarding the microwaves influence on the milk microflora. AnaleleUniversităţii din Oradea-FasciculaBiologie 17, 1.
8. Gorny, R. L., Mainelis, G., Wlazlo, A., Niesler, A., Lis, D. O., Marzec, S., ... & Kasznia-Kocot, J. (2007). Viability of fungal and actinomycetal spores after microwave radiation of building materials. Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 14(2).
9. Hassan, I. S., Jalil, R. R., Sachit, A. D., & Basri, L. J. (2019). Using Microwave Technology to Extract Organic

Matter from Rocks. Journal of Petroleum Research & Studies, (25), E23-E39.
10. Kalla, A. M., & Devaraju, R. (2017). Microwave energy and its application in food industry: A reveiw.Asian Journal of Dairy and Food Research, 36(1), 37-44.
11. Lau, M. H., & Tang, J. (2002). Pasteurization of pickled asparagus using 915 MHz microwaves.Journal of food engineering, 51(4), 283-290.
12. Park, D. K., Bitton, G., & Melker, R. (2006). Microbial inactivation by microwave radiation in the home environment. Journal of Environmental Health,69(5), 17.
13. Patel, D., Patel, R., Kumari, P., & Patel, N. (2012). Microwave-assisted synthesis of coumarin based 1, 3, 5-triazinyl piperazines and piperidines and their antimicrobial activities. Acta Pol. Pharm, 69, 879-891.
14. Regier, M., & Schubert, H. (2001). Microwave processing. Thermal technologies in food processing, 178-207.
15. Woo, I. S., Rhee, I. K., & Park, H. D. (2000). Differential damage in bacterial cells by microwave radiation on the basis of cell wall structure. Applied and Environmental Microbiology, 66(5), 2243-2247.