تأثير الموجات الدقيقة Microwaves على نمو بادرات الحبة السوداء *Nigella sativa* L. واستحداث الكالس منها

هناء سعيد عبد الله الصالح **رحاب عبد الجبار حامد البكر**

أسامة محمد سعيد النعيمي

قسم علوم الحياة / كلية العلوم

جامعة الموصل

الاستلام **القبول**

٢٠٠٧ / ٠٨ / ٢١ ٢٠٠٨ / ٠٣ / ٠٣

Abstract

The research included the effect of microwaves on *Nigella sativa* seedling ,which grown on the culture media for germination of seeds and seedling growth. This was done by exposure of seeds to microwaves for different periods, the results showed that the germination percent of seeds exposed to microwaves for (100) minutes, was nearly that of the seeds in the control treatment ,it reached to 90%,94% respectively ,this was after 7days
from culture.

Germination percent in the other treatments ranged between 68%-88%, also the mean of seedlings length which grown from seeds exposed to microwaves for 20 and 120 minutes reached 2.5 and 2.4 cm respectively ,and so it is closely to 2.6 cm for the control treatment.

On the other hand, the results cleared that the stem explants of seedlings containing a node, exposed to microwaves, varied by their response for callus initiation, that is after 20 days from culture. The explants in the control treatment showed good (+++) response, while in the other treatments where explants exposed to microwaves showed less (++) response than the control. except that exposed for (100) minutes, the response was similar to that of the control.

The fresh weight of callus grown for 45 days from stem explants exposed to microwaves for 20 and40 minutes were 2.0 and 2.1 g respectively compared with 2.3 g for the control. In spite that the maximum fresh weight of callus gained in this study which was 6.8 g after 70 days growth from explants exposed for 80 minutes to microwaves ,but it is still less than 8.5 g for the control.

الخلاصة

تضمن البحث دراسة تأثير الموجات الدقيقة Microwaves على نمو بادرات الحبة السوداء *Nigella sativa L.* النامية في الأوساط الزرعية الخاصة لإنبات البذور وتنمية البادرات وكان ذلك بتعريض البذور للموجات الدقيقة لفترات زمنية مختلفة. وبينت النتائج ان نسبة إنبات البذور المعرضة لفترة (١٠٠) دقيقة كانت مقاربة لنسبة إنبات البذور في معاملة المقارنة وبلغت (٩٠ % و ٩٤ %) على التوالي. علماً انه تم حساب نسبة الإنبات بعد مرور ٧ أيام من الزراعة . وتراوحت نسبة الإنبات لباقي المعاملات بين ٦٨ –٨٨ % كما تباين معدل طول البادرات النامية من البذور المعرضة للموجات الدقيقة للفترات (٢٠ و ١٢٠) دقيقة مقارنة بطول البادرات في معاملة المقارنة وكانت أطوالها (٢.٥ ، ٢.٤ و ٢.٦) سم على التوالي.

بينت النتائج أيضاً ان قطع السيقان للبادرات الحاوية على عقدة والمعرضة للموجات الدقيقة تباينت من حيث استجابتها لاستحداث الكالس بعد مرور ٢٠ يوماً من الزراعة . ففي معاملة المقارنة كانت استجابة القطع النباتية جيدة (+++)، أما في المعاملات المعرضة للموجات الدقيقة فكانت استجابة القطع النباتية لتكوين الكالس اقل (++) ما عدا القطع النباتية المعرضة لمدة (١٠٠) دقيقة فكانت استجابتها مماثلة لمعاملة المقارنة. وبلغ الوزن الطري للكالس بعد مرور ٤٥ يوماً في معاملات التعريض ٢٠ و ٤٠ دقيقة ٢.٠ و ٢.١ غم مقارنة بـ ٢.٣ غم في معاملة المقارنة. وبلغ أعلى معدل للوزن الطري للكالس بعد مرور ٧٠ يوماً من بدء الزراعة ٦.٨ غم عند التعريض ٨٠ دقيقة ومع ذلك لم يصل الى مستوى معاملة المقارنة ٨.٥ غم.

المقدمة

تعد زراعة الأنسجة النباتية Plant Tissue Culture او ما تسمى ايضاً الزراعة خارج الجسم الحي *In Vitro* Culture من التقنيات المهمة جداً في الوقت الحاضر، لما لها من تطبيقات عديدة في مختلف علوم النبات (١) وبالرغم من كون هذه التقنية قديمة من حيث البداية حيث ترجع بداياتها الى ١٨٩٨ للعالم Haberlandt إلا ان التسارع في تقدم الخطوات فيها يعزى الى السنوات التي تم فيها اكتشاف الهرمونات النباتية خاصة الاوكسينات والسايتوكا ينيرات التي اكتشفت في ١٩٣٤ و ١٩٥٧ على التوالي . وتعتبر هذه السنوات مهمة في تاريخ زراعة الأنسجة النباتية لانها ساهمت بشكل فاعل في تقدم ملحوظ في الأبحاث والدراسات عن هذه التقنية (٢). وقد أسهمت زراعة الأنسجة النباتية في زيادة معرفة الباحثين بالمعلومات المتعلقة بمفلهيم نمو الخلايا بما يتضمنهمن توسع خلوي وانقسام خلوي وتخصص (٣).

ومما لاشك فيه ان وجود منظمات النمو في أوساط زراعة الأنسجة النباتية امر أساسي لدعم نمو الخلايا، ألا ان هناك عوامل أخرى تؤثر على نمو الخلايا منها مكونات الوسط الغذائي والعوامل البيئية مثل الحرا رة والإضاءة والرطوبة (٤) ومن ضمن التأثيرات الفيزياوية التي تؤثر

على نمو النبات يأتي استخدام الموجات الدقيقة Microwaves التي استخدمت في العديد من دول العالم بشكل خاص الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي في السابق ودول أوروبا، والموجات الدقيقة هي موج ات كهرومغناطيسية مشتقة من الطيف الشمسي . وهي ذات أطوال موجية قصيرة جداً وترددات فوق العالية تنحصر بين 10^{9} . 10^{12} Hz ولها استعمالات عديدة جداً (6,٥).

ان تأثيرات الموجات الدقيقة على الكائنات الحية بصورة عامة تقسم الى قسمين : تأثيرات حرارية واخرى غير حرارية. التأثيرات الحرارية تعمل على رفع درجة حرارة أنسجة الكائنات الحية. أما التأثيرات غير الحرارية فلا يصاحبها أي زيادة ملحوظة في درجة الحرارة وهي تنتج من التفاعل المباشر بين طاقة الموجات الدقيقة والأنسجة الحية. ومن التأثيرات الناجمة عن هذه التفاعلات تأثيرات فسلجية او سلوكية او وراثية والاخيرة هي من اخطر التأثيرات فقد يحدث طفرات وراثية (5). وبصورة عامة يمكن القول ان خطورة تأثيرات الموجات الدقيقة الحرارية وغير الحرارية تعتمد على التردد والطاقة والمدة الزمنية للتشعيع فضلاً عن نوع الكائن الحي المستخدم (7).

ان قابلية أنسجة الكائن الحي على امتصاص طاقة الم وجات الدقيقة تعتمد على نسبة الماء الموجود في النسيج الحي وعلى عوامل أخرى. فالأنسجة التي تحتوي على نسبة عالية من الماء لها قابلية كبيرة على امتصاص طاقة الإشعاع وبالعكس الأنسجة التي تحوي على نسبة واطئة من الماء فإنها تمتص طاقة الإشعاع بصورة اقل (5).

وفي هذه الدراسة تم اختبار نبات الحبة السوداء *Nigella sativa* او تسمى حبة البركة الذي ينتمي للعائلة الشقيقية Ranunculaceae وهو من النباتات العشبية واستخدمه الباحثون في الزراعة النسيجية لأهميته الطبية والعلاجية (٩؛٨). والمزارع النسيجية الممستحدثة من هذا النبات تعد نموذجا" جيدا" للدراسات الوراثية الخلوية (١٠).

ويأتي هدف الدراسة الحالية للوقو ف على مدى ما يسببه التعرض للموجات الدقيقة من تغيرات في الخلايا النباتية وما ينعكس عليه فيما بعد من اختلاف في مستوى الايض للنبات سواءاً ضمن النبلت المتكامل او في الأنسجة والخلايا المزروعة خارج الجسم الحي . وما تسببه هذه الموجات من تأثيرات قد تكون سلبية على النمو و اتخصص ومتابعة ذلك بمحورين أساسيين المحور الأول متابعة نمو البذور المعرضة للموجات الدقيقة وتكوين البادرات والمحور الثاني زراعة القطع النبا تية للبادرات بعد تعريضها للموجات الدقيقة ومتابعة استحداث الكالس منها ونموه.

المواد وطرائق العمل

أولاً : الأجهزة وقياسات الموجات الدقيقة:

١) استخدم جهاز (مولد ومرسلة) للموجات الدقيقة، تصنيع شركة Sargent – Welch Scientific والمصنع في الولايات المتحدة الأمريكية، ويعمل ضمن ترددات الحزمة X (8-12 GHz).

٢) لغرض إجراء المعايرة القياسية استعين بمستلم الموجات الدقيقة من تصنيع الشركة المذكورة في الفقرة (١) أعلاه.

٣) الجهازين المرسل والمستلم يعدان من النوع القمعي الهرمي Horn وله قيمة توجيهية جيدة وقيمة لنسبة الموجة الواق فة (VSWR)، كما تم تحصيل العلاقة الرياضية لتحصيل الجهاز وحسب ما ذكره (11) والتي استخدمت كذلك في دراسة أجريت من قبل (12).

ثانياً : تعريض البذور لمصدر الإشعاع وزراعتها :

١) قسمت بذو ر الحبة السوداء *Nigella sativa* إلى ستة مجاميع ووضعت في أكياس نايلون ورقمت (١–٦)، ثم وضعت على بعد (٣٠) سم أمام جهاز مرسلة الموجات الدقيقة وتم تعريضها للموجات الدقيقة لمدد زمنية ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ ، ٨٠ ، ١٠٠ و ١٢٠ دقيقة.

٢) عقمت البذور المعرضة للاشعاع واخذت عينة أخرى للمقارنة (غير معرضة للإشعاع) تعقيماً سطحياً وذلك بغمرها أولاً بمحلول (٩٦ %) م ن الكحول الاثيلي لمدة دقيقتين، ثم نقلت الى محلول هايبوكلورات الصوديوم (NaOCl) المخفف مع الماء المقطر من المحلول الاصلي المركز (٤ %) وبنسبة (١ حجم: ٢ حجم) (قاصر : ماء) ولمدة (٤–٥) دقيقة، ثم غسلت البذور بالماء المقطر المعقم سبع مرات وذلك لإزالة أثار المعقم ات المستعملة سابقاً (٨)، زرعت البذور المعقم ة على وسط Arnon و Hoagland (١٤،١3)، الصلب والمعقم لإنبات البذور وتنمية الباد رات بمعدل خمسة مكررات لكل معاملة وتمثل كل معاملة مدة التعريض للموجات الدقيقة.

ثالثاً : حساب نسبة الإنبات ومعدل طول البادرات :

تم حساب نسبة الإنبات للبذور المعرضة للموجات الدقيقة والمعقمة بعد مرور سبعة أيام من الزراعة، كما تم قياس معدل طول البادرات بعد مرور (٢٥) يوماً من الزراعة.

رابعاً : تعريض قطع البادرات للاشعاع :

١) تحضير وسط الزراعة: حضر وسط MS (١٥) الصلب المجهز بـ $١٠^{-٦}$ مولار من 2,4–D وبعد تعقيمه وزع في أطباق بتري معقمة وقسمت الأطباق إلى ستة مجاميع، كل مجموعة مكونة من خمسة مكررات حيث تمثل كل مجموعة فترة التعرض للموجات الدقيقة.

٢) زراعة القطع وتعريضها لمصدر الإشعاع، أخذت قطع السيقان الحاوية على عقدة واحدة بطول (١–١.٥) سم من بادرات الحبة السوداء المعقمة بعمر (٢٥) يوماً والنامية على وسط Arnon و Hoagland وزرعت في أطباق بتري حاوية على وسط MS المشار إليه أنفاً وبمعدل أربعة قطع لكل طبق، بعدها عرضت الاطباق لجهاز الموجات الدقيقة ووضعت على مسافة (٣٠) سم منه وتم التعريض لفترات زمنية محددة (٢٠، ٤٠، ٦٠، ٨٠، ١٠٠، ١٢٠) دقيقة، ثم نقلت الاطباق الى حاضنة النمو بشدة اضاءة ١٥٠٠ لوكس وبتعاقب يومي لمدة (١٦) ساعة ضوء و (٨) ساعة ظلام وبدرجة حرارة ٢٢ ° م، وبعد مرور (٢٤–٤٨) ساعة نقلت القطع الى القناني المستخدمة للزراعة والحاوية على وسط MS وتم تحديد استجابة القط ع النباتية لاستحداث الكالس بعد مرور ٢٠ يوماً، وتمت إدامة الكالس المستحدث من قطع بادرات الحبة السوداء المعرضة لأشعة الموجات الدقيقة مع المقارنة (بدون تعريض) كما تم تحديد الوزن الطري للكالس بعد مرور (٤٥–٧٠) يوماً.

النتائج والمناقشة

بينت نتا ئج هذه الدراسة وجود تب اين في مستويات النمو سواءاً للبذور والبادرات او استحداث الكالس ونموه وجاء التباين م ع وجود فترات زمنية مختلفة للتعريض للموجات الدقيقة . بينت النتائج في الجدول – ١– ان نسبة الإنبات لبذور الحبة السود اء بلغت ٩٤% في عينة البذور غير المعاملة (المقارنة) بعد مرور ٧ أيام من الزراعة ، في حين تبين بوضوح التأثير السلبي للموجات الدقيقة على نمو البذور في المعاملات المختلفة من ٢٠ دقيقة زمن للتعريض إلى ١٢٠ دقيقة فقد تباينت نسبة الإنبات في هذه المعاملات وكانت جميعها اقل من نسبة إنبات معاملة المقارنة، وتميزت المعاملة ٦٠ دقيقة تعريض للموجات الدقيقة بانها الأكثر تثبيطاً، حيث انخفضت نسبة الإنبات للبذور في هذه المعاملة وبلغت ٦٨ % بعد مرور ٧ أيام من بدء الزراعة. وهذا يؤكد ان فترة ٦٠ دقيقة تعريض للموجات الدقيقة أثرت على حيوية جنين البذرة بنسبة اكبر من باقي المعاملات . وكما هو معلوم ان أي اختلاف في نسبة الإنبات للبذور يعود الى اختلاف حيوية جنين البذرة الذي يعتمد عليه في المراحل الاولى من إنبات البذور (١٦). وان نسبة ٦٨ % تدل على وجود تأثير سلبي على جنين البذره اذا ما قورنت بنسبة الإنبات للبذور في معاملة المقارنة ٩٤ %. وكذلك ١٢٠ دقيقة فهي أيضاً أثرت على نسبة الإنبات فبلغت ٧٩ %.

أما فترات التعرض الأطول وهي ٨٠ و ١٠٠ دقيقة، فلم تؤثر بدرجة كبيرة على نسبة الإنبات وانما كان التأثير طفيفاً حيث بلغت نسبة الإنبات فيهما ٨٨ و ٩٠ % على التوالي. وقد

يعود السبب في ذلك الى ان أنسجة الكائنات الحية عند تعريضها للموجات الدقيقة قد يكون لها القابلية على اصلاح التغيرات فتكون بذلك التغيرات غير ثابتة (٥).

أما بالنسبة لمعدل طول البادرات (الجدول- ١-)، فان التأثير السلبي لتعريض البذور للموجات الدقيقة يبدو واضحاً. حيث تبين النتائج ان معدل طول البادرات في معاملات التعريض المختلفة من ٢٠ صعوداً الى ١٢٠ دقيقة كانت اقل من طول البادرات في معاملة المقارنة. وتباين طول البادرات حسب فترة التعريض ولكن التباين بين المعاملات كان اقل مما كان عليه في حالة نسبة إنبات البذور (الجدول -١-). ويمكن القول ان جميع المعاملات اعطت بادرات معدل أطوالها اقل من معاملة المقا رنة علماً ان التعريض لفترة ٢٠ و١٢٠ دقيقة كان تأثيرهما على معدل طول البادرة اقل من بقية المعاملات. ان الموجات الدقيقة تسبب نوعين من التأثيرات على أنسجة الكائنات الحية تأثيرات حرارية وأخرى غير حرارية (٥) وربما تأتي التغيرات في معدل طول البادرة بسبب التأثيرات الحرارية التي سببتها الموجات الدقيقة على مدى فترات التعريض المختلفة على جنين البذرة والتي انعكست على نمو البادرات بعد تنمية البذور . خاصة وان جميع البادرات النامية لم يلاحظ فيها تغير في المظهر الخارجي من حيث شكل الورقة او ترتيب الأوراق على الساق (صورة ١) وحتى لو كانت التأثيرات المتسببة عن التعرض للموجات الدقيقة حرارية فهي أيضاً تقع ضمن التأثيرات السلبية فهي من العوامل المحددة لنمو جنين البذرة وهي بالتالي تؤثر على نمو النبات فيما بعد.

جدول -١-: تأثير تعريض بذور الحبة السوداء للموجات الدقيقة على نمو البادرات المزروعة على وسط إنبات البذور وتنمية البادرات*

مدة تعريض البذور للموجات الدقيقة(دقيقة)	% للإنبات بعد مرور سبعة أيام من الزراعة	معدل طول البادرات (سم) بعد مرور (٢٥) يوماً من الزراعة
المقارنة / ٠٠	٩٤	٢.٦
٢٠	٨٤	٢.٥
٤٠	٧٨	٢.٣
٦٠	٦٨	٢.٠
٨٠	٨٨	٢.٠
١٠٠	٩٠	٢.٢
١٢٠	٧٩	٢.٤

*: عشرة مكررات/عينة .

أ ب ج د هـ

صورة (١) : تاثير التعريض للموجات الدقيقة على نمو بادرات الحبة السوداء

أ – المقارنة: لاحظ نمو البادرات بشكل جيد.

ب – البذور المعرضة للإشعاع وبمدة ٢٠ دقيقة: لاحظ نمو البادرات بشكل قريب من عينة المقارنة.

ج– البذور المعرضة للإشعاع وبمدة ٤٠ دقيقة: نمو البادرات بشكل اقل من عينة المقارنة.

د– البذور المعرضة للإشعاع وبمدة ٦٠ دقيقة: نمو البادرات بشكل اقل من باقي العينات.

هـ– البذور المعرضة للإشعاع وبمدة ١٢٠ دقيقة: نمو البادرات بشكل قريب من عينة المقارنة.

بالمقارنة نجد ان المزارع النسيجية للكالس المستحدث من قط ع السيقان الحاوية على عقدة للبادرات المزروعة على وسط MS القياسي (كما ورد في المواد وطرائق العمل) أظهرت تطابق من حيث تأثرها بالموجات الدقيقة. فعند تعريض القطع النباتية للموجات الدقيقة أدى ذلك الى انخفاض نسبة استحداث الكالس منها . فجميع المعاملات كانت نسبة استحداث الكالس منها اقل مما في معاملة المقارنة ما عدا المعاملة ١٠٠ دقيقة التي اعطت كالس بنسبة استحداث مقاربة لمعاملة المقارنة (الجدول –٢–) (صورة ٢) ويتبين التأثير السلبي للموجات الدقيقة بصورة اوضح من الوزن الطري للكالس المستحدث من قطع السيقان للبادرات بعد تعريضها للموجات الدقيقة حيث يبدو واضحاً ان الوزن الطري للكالس انخفض ليصل ١.٢٤ غم في معاملة ٨٠ دقيقة تعريض للموجات الدقيقة بعد مرور ٤٥ يوماً على بدء زراعة القطع النباتية (الجدول –٢ –) مقارنة مع معاملة المقارنة التي أعطت ٢.٣ غم ضمن نفس الفترة الزمنية ويبدو جلياً من

النتائج في الجدول – ٢– ان تأثير الموجات الدقيقة انعكس سلباً على نمو الكالس من القطع النباتية المعرضه بصورة اوضح من مرحلة الاستحدا ث. ومن الملاحظ انه خلال فترة النمو ٤٥ يوماً جاء تأثير الموجات الدقيقة على الوزن الطري للكالس متناسباً مع زيادة فترة التعريض . باستثناء معاملة ٤٠ و ٨٠ دقيقة التي حصل فيها تباين وحسب الجدول –٢–.

جدول –٢– تأثير تعريض قطع السيقان الحاوية على عقدة لبادرات الحبة السوداء للموجات الدقيقة على استحداث الكالس ونموه بعد مرور ٤٥ و ٧٠ يوماً من بدء الزراعة*

مدة التعرض للموجات الدقيقة(دقيقة)	استحداث الكالس من قطع البادرات بعد مرور (٢٠) يوماً من الزراعة	الوزن الطري بالغرام للكالس بعد مرور (٤٥) يوماً من الزراعة	الوزن الطري بالغرام للكالس بعد مرور (٧٠) يوماً من الزراعة
القياسية / دون تعريض	+++	٢.٣٠	٨.٥٠
٢٠	++	٢.٠٣	٤.٩٠
٤٠	++	٢.١٧	٥.٨٠
٦٠	++	١.٥٩	٥.٧٠
٨٠	++	١.٢٤	٦.٨٠
١٠٠	+++	١.٤٤	٥.٦٥
١٢٠	++	١.٣٨	٣.٧٠

*:عشرة مكررات/عينة (++):استحداث كالس بدرجة متوسطة (+++):استحداث كالس جيد

ان تعريض قطع البادرات للموجات الدقيقة اظهر التأثير السلبي لهذه الموجات على الأنسجة النباتية بصورة أوضح مما هو عليه تأثيرها على نمو البذور . وهذا يعزى إلى ان أنسجة البادرات أنسجة طرية تحتوي نسبة معينة من الماء ومن المؤكد ان تأثير ال موجات الدقيقة على أنسجة الكائنات الحية يكون اكبر في حال احتواء النسيج على نسبة اكبر من الماء (٥).

صورة (٢): تأثير تعريض قطع السيقان الحاوية على عقدة لبادرات الحبة السوداء للموجات الدقيقة على استحداث الكالس بعد مرور ٢٠ يوماً من بدء الزراعة.

أ – المقارنة: لاحظ استحداث الكالس بشكل جيد.

ب –القطعة المعرضة للإشعاع وبمدة ٢٠ دقيقة : لاحظ استحداث الكالس بشكل اقل من المقارنة.

ج– القطعة المعرضة للإشعاع وبمدة ٤٠ دقيقة : لاحظ استحداث الكالس بشكل اقل من المقارنة.

د– القطعة المعرضة للإشعاع وبمدة ٨٠ دقيقة : لاحظ استحداث الكالس بشكل اقل من المقارنة.

هـ– القطعة المعرضة للإشعاع وبمدة ١٠٠ دقيقة: لاحظ استحداث الكالس بشكل قريب من المقارنة.

بصورة عامة يمكن القول ان نتائج هذه الدراسة جاءت لتؤكد ان تعريض أنسجة الكائنات الحية للموجات الدقيقة قد يؤدي الى تأثيرات سلبية يعتمد حدوثها على طبيعة أنسجة الكائن ونوع الموجات الدقيقة (أي ترددها) وفترة التعريض . وقد توصل العلماء الى ان تأثير تعرض النباتلت للموجات الدقيقة بتردد ٢.٤٥ GHz لا يؤدي إلى تغيرات وراثية أو تغيرات خطرة على النبات وانما تأثيراتها طفيفة جداً (٦, ٧) وعلل الباحثون في مؤسسة NASA هذا التأثير بكون النباتات التي تجرى عليها الدراسة ربما تعرض لفترات زمنية محددة مع العلم ان الكائنات الحية عموماً تكون بتعرض مستمر للموجات الدقيقة بحكم كون هذه الموجات هي ضمن مكونات طيف الشمس وهي تستقبل على الأرض من مستقبلات عديدة (٦).

ان التأثيرات التي لوحظت على البادرات او على المزارع النسيجية تحتاج لدراسا ت مستقبلية مستفيضة عن المحتوى الوراثي للنباتات المعرضة للموجات الدقيقة لتشخيص فيما إذا كان هناك تغيرات وراثية معينة تحصل بفعل التعرض للموجات الدقيقة.

المصادر

1- Murashige, T. (1974). Plant Propagation through tissue culture. Ann. Rev. Plant Physiol., 25: 135-166.

٢ – احمد، أميرة إسماعيل (١٩٩٠) تأثير المستخلصات المائية الجافة لثمار القرع والطماطة على استحداث ونمو كالس عباد الشمس . رسالة ماجستير ، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.

3- Bitters, W. P.; Murashige, T.; Rangan, T. S. and Nauer, E. (1972). "Investigations on establishing virus-free citrus plants through tissue culture, In: W. C. price" (ed.) proc. 5th conf. Int'l Organ. Citrus. Virol., Univ. Florida press, Gainesville. C.F.

4- Street, H. E. (1977). "Plant Tissue and Cell Culture". BlackWell Scientific Publication. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.

5- Atroshey, S. M. (1983). Effect of Microwaves on living organisms. M.Sc, thesis, University of Mosul, College of Engineering.

6- Skiles, J. (2002). Microwaves effect on plant growth. NASA Ames Research Center, California.

7- William, P. kopp, (1999). Effect of Microwaves on foods and consumers. Forensic, research Document. A.R.E.C. Research operations, NASA.

٨ – البكر، رحاب عبد الجبار حامد (٢٠٠٢) دور بعض منظمات النمو القياسية والمصنعة حديثاً في استحداث ونمو الكالس من نبات الحبة السوداء *Nigella sativa L.* ومستوى المركبات الفعالة فيه. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.

٩ – النعيمي، مها محمد طه (٢٠٠٤) تأثير تداخل بعض منظمات النمو والسلفانيل امايد في استحداث ونمو الكالس والمزارع الخلوية ل نبات الحبة السوداء . رسالة ماجستير ، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.

10- Schmaucher, H. P. and Doebel, P. (1991). *Nigella* spp.: *in vitro* culture, regeneration, and the formation of secondary metabolites. Biotech. in Agricul. and Forest., 15: 311-338.

11- Collin, R and Zucker, f. (1969). Antenna theory, McGrow–Hill, New york.

١٢ -النعيمي، أسامة محمد سعيد ، ليث محمد الطعان و محمد ، فادية موفق (٢٠٠٤) تأثير أشعة المايكرويف على جرثومتي E.coli و St. aureus مجلة علوم الرافدين ، المجلد ١٥، العدد ٤. خاص بعلوم الحياة، ص ٣٣ .٤٠.

13- Arnon, D. I. and Hogland, D. R. (1940). Crop induction in artificial culture solution and soil with special reference to factors influencing yields and absorption of organic nutrients. Soil Sci., 50: 463.

14- Arnon, D. I. and Hogland, D.R. (1944). The investigation of plant nutrition by artifcial culture methods. Biol. Rev. 19: 55-67.

15- Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant, 15: 473-497.

١٦ -محمد، عبد العظيم كاظم (١٩٨٥). علم فسلجة النبات (الجزء الثاني). مطبعة جامعة الموصل، العراق