# أثر استخدام بعض المركبات الكيميائية في إحداث العقم الذكري اصطناعياً عند صنف الخس الحموي البلدي

**إعداد:**

**الطالبة باسمه الخباز**

**إشراف:**

**أ. د محمد نبيل الأيوبي د. أسامة العبد الله**

**الملخص**

أجري البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحماة خلال موسم (2020-2021 م). بغية إحداث العقم الذكري عند نباتات صنف الخس الحموي البلدي باستخدام تراكيز عديدة من ثلاثة مركبات [الجبرلين GA3 (50، 100، 200 ppm)، مبيد الأعشاب 2,4-D (0.01، 0.02، 0.03، 0.04 %)، مسحوق بودرة الغسيل (0.5، 1، 1.5، 2 %)]، وبمعدل ثلاث رشات (الأولى: عند بدء تطاول حوامل النورات الزهرية، ثم بفاصل يومين بين الرشة والأخرى). تم دراسة حيوية حبوب اللقاح، نسبة النورات العقيمة ذكرياً على النبات الواحد، نسبة إنبات البذور، نسبة العقم الذكري الكلي على النبات الواحد.

استخدم في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بينت النتائج فعالية المركبات الثلاثة المستخدمة في إحداث العقم الذكري، وكانت التراكيز العالية منها أكثر فعالية فقد أحدثت تغيرات شكلية لحبوب اللقاح، وأدت إلى تقليل عددها، وصغر حجمها مقارنة مع الشاهد. تفوقت المعاملة بالجبرلين بالتركيز (200 ppm) معنوياً على بقية المعاملات المدروسة والشاهد، فقد بلغت نسبة النورات العقيمة ذكرياً عند النبات الواحد (91.07 %)، ونسبة العقم الذكري للنورات الزهرية (88.76 %)، ونسبة البذور غير النابتة (91.67 %)، ونسبة العقم الذكري الكلي (99.24 %)، ولم يلاحظ وجود فروق معنوية بين هذه المعاملة والمعاملة بالجبرلين بالتركيز (100 ppm) في نسبة العقم الذكري الكلي (96.9 %).

**الكلمـات المفتاحيـة:** الخـس، العقـم الـذكري، النـورات الزهريـة، الجبـرلين GA3، مبيـد الأعشاب 2,4-D، مسحوق بودرة الغسيل، حبوب اللقاح، حيوية حبوب اللقاح.

## "" The effect of using some chemicals compounds to induce artificial male sterility in the local Hama lettuce variety ""

## Abstract

This research was conducted in the scientific research center- Hama, in (2020- 2021). Seeds of Hamwi lettuce variety were used. To study the effect of spraying lettuce flowers at the rate of three sprinkles, with a two-day interval between the spray and the other at the beginning of flowering with three chemicals compounds to do artificially male sterility, which is: giberellin GA3 (50, 100, 200 ppm), herbicide 2,4-D (0.01, 0.02, 0.03, 0.04%), washing powder (2 ،1.5 ،1 ،0.5%).

A complete plot random design with three replications for each treatment and control. The results showed the effectiveness of the three compounds used to induce male sterility, the high concentrations of which were more effective. They caused morphological changes to pollen, lessened their number, and their small size compared to the control. The treatment with gibberellin at a concentration of (200 ppm) was significantly superior to the rest of the studied treatments and the control, as the percentage of male sterile inflorescences per plant reached (91.07%), the

percentage of male sterility of the inflorescences (88.76%), the percentage of non-germinating seeds (91.67%), and the percentage of total male sterility (99.24%). No significant differences were observed between this treatment and the treatment with gibberellin at a concentration of 100 ppm in the percentage of total male sterility (96.9%).

**Keywords:** Lettuce, male sterility, floral inflorescences, gibberellin GA3, herbicide 2,4-D, washing powder, pollen, pollen vitality.

**مقدمة:**

ينتمي الخس المزروع *Lactuca sativa* L. إلى الفصيلة المركبة، Compositae [2]، ويتطلب جواً معتدلاً مائلاً للبرودة، وهو من الخضار الشتوية التي يستفاد من كامل محتواها الغذائي نظراً لاستهلاكه طازجاً [5]. الزهرة عند نبات الخس خنثى ذات لون أصفر أو أبيض مائل للأصفر، والتلقيح الذاتي هو السائد، وقد تحدث نسبة من التلقيح الخلطي بواسطة الهواء تصل لنحو 5-10% [3]. يعتقد أن منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط هي الموطن الأصلي للخس، وأغلب الظن أنه نشأ في مصر [4].

إن إمكانية الاستفادة من ظاهرة العقم الذكري الطبيعي أو إحداث العقم الذكري اصطناعياً تعد من أهم عوامل نجاح عملية التهجين فقد ذكر [16] عند دراسة العقم الذكري في النباتات الراقية أن المواد الكيميائية التي تقتل الأعراس الذكرية (حبوب اللقاح) تسهم في الحصول على نباتات عقيمة، وتدعى هذه الظاهرة بالعقم الذكري المحدث كيميائياً (Chemical Male Sterility)، إذ أن لهذه المواد انتقائية لإبطال ونقص الذكورة في الأزهار مما يسهل عملية إنتاج البذور الهجينة $F_1$ التي يستفاد منها في زيادة الإنتاجية، مقاومة الأمراض، النضج المبكر.

يعرف **العقم الذكري** بأنه عدم تكوين أعضاء التذكير في الزهرة، أو عدم اكتمال تكوين هذه الأعضاء بشكل يسمح لها بالقيام بوظيفتها بشكل كامل، أو عدم تفتح المآبر وانتثار

حبوب اللقاح، أو تكوين حبوب اللقاح عديمة الفعالية وظيفياً. ويوجد العديد من المواد الممكن استخدامها لإحداث العقم الذكري الاصطناعي من خلال الحصول على حبوب لقاح عقيمة، أو تأثيرها كمانع لتطور البوغ الدقيق، أو توقف تفتح المآبر عند تطبيقها على النبات بجرعات معينة في المراحل الملائمة لتطور المآبر بدون التأثير على خصوبة أعضاء التأنيث في الزهرة [24].

يعتمد إنتاج بذور الخس الهجين بالطريقة التقليدية عموماً على صفة العقم الذكري Male Sterility، وقد أوضح [4] أن العقم الذكري في الخس يتحكم فيه نظم وراثية مختلفة:

- تتحكم ثلاث جينات متنحية (ms–1، ms–2، ms–3) في العقم الذكري، وتتميز النباتات في هذه الحالة بأن أوراقها ضيقة ونهاياتها مقطوعة، مما يسمح بتمييزها قبل الإزهار.
- يتحكم جينان متنحيان (ms–4، ms–5)، ويحدث فيها الانعزال في الجيل الثاني بنسبة 13 عقيمة: 3 خصبة، وتتميز النباتات في هذه الحالة بأن العقم ليس تاماً، وقد تنتج بعض البذور.
- يتحكم جين واحد متنح (ms–6)، وتكون النباتات عقيمة ذكرياً كلياً تقريباً، وعقيمة أنثوياً جزئياً، وأزهارها صغيرة وباهتة، وأوراقها ضيقة.
- يتحكم جين واحد سائد (ms–7)، وتتميز النباتات بأن أزهارها ملتفة.

يمكن إحداث العقم الذكري برش براعم نباتات الخس بطول (0.5– 0.9 مم) بالجبرلين لمرة واحدة أو مرتين أو ثلاث على فترات (كل يومين) بتراكيز تتأرجح بين (25 – 800 جزء بالمليون) [4].

أدى اكتشاف العقم الذكري في الخس [20]، [21] إلى تمهيد الطريق أمام إنتاج البذور الهجينة، في حال توفر وسيلة فعالة لنقل حبوب اللقاح من النباتات الخصبة ذكرياً إلى النباتات العقيمة، ولوقتنا الراهن فإن الطريقة الوحيدة أن تقوم الحشرات بنقل حبوب اللقاح. لذا يجب جذب الحشرات للأزهار، لأن فترة تفتحها وجيزة، وزيادة أعداد الحشرات يزيد فعالية التلقيح.

يستخدم لإحداث العقم الذكري كل من أشعة غاما والعديد من المركبات (حمض الجبريليك، بودرة مسحوق الغسيل الصناعي، مبيد الأعشاب D2,4–، المطفر SA– أزيد الصوديوم، المطفر EMS – ميتيل إيتيل سلفونات) [9]، [10]، [26]، [12]، [8].

استخدم [17] طرائق فيزيائية وكيميائية لخصي أزهار الخس وإنتاج البذور الهجينة، فقد جرب ثلاث معاملات فيزيائية (غسل حبوب اللقاح، نزع الأسدية بالملقط، المعاملتين معاً). كما استخدم الجبرلين بثلاثة تراكيز (50، 100، 200 جزء بالمليون). واستنتج عدم وجود فروق معنوية في إنتاج البذور الهجينة بين المعاملات الفيزيائية المدروسة، وأعطت المعاملة بالجبرلين بالتركيز (200 جزء بالمليون)، أعلى نسبة حبوب لقاح عقيمة 80%، وأعلى نسبة بذور هجينة 85%.

درس [14] تأثير ثلاثة مركبات في إحداث العقم الذكري عند نبات النيجر (بريقة سوداء *Guizotia abyssini Cass*)، وهي: الجبرلين بتركيزين (100، 150 ppm)، ومبيد الأعشاب 2,4–D بتركيزين (50، 100 ppm)، ومسحوق بودرة الغسيل العادي بتركيزين (1، 2%)، برشها على الأزهار في مرحلة بدء التفتح. وتبين تفوق معاملة الجبرلين بالتركيز 150 ppm على بقية المعاملات المدروسة، فقد بلغت نسبة العقم الذكري (82 %)، في حين سببت التراكيز العالية من مبيد الأعشاب 2,4–D ومسحوق بودرة الغسيل أضراراً للنباتات.

بيّن [19] أن معاملة أزهار نبات دوار الشمس بالجبرلين بالتركيزين (0.01، 0.03%) أعطت حبوب لقاح عقيمة بلغت نسبتها على الترتيب (80، 95 %).

أشار [15] إلى صعوبة إحداث العقم الذكري في أزهار الكزبرة *Coriandrum sativum* عند استخدام تراكيز عديدة من مركبات عديدة [الجبرلين (50، 100، 150، 300 ppm)، مبيد الأعشاب 2,4–D (10، 50، 100، 500 ppm)، الماليك هيدرازيد (50، 75، 125، 250 ppm)، الإيثيريـــــل (1000، 2000، 3000، 5000 ppm)، مسحوق بودرة الغسيل (0.25، 0.75، 1، 5 %)]. وأعطت معاملة مبيد الأعشاب 2,4–D بالتركيز (100 ppm) أعلى نسبة عقم لحبوب اللقاح (23.2 %).

استخدم [12] مبيد أعشاب السلفونيل يوريا أحادي الكبريتون استر الصوديوم (MES) لإحداث العقم الذكري عند نبات اللفت .*Brassica napus* L، بمعدل 10 مل لكل نبات

بتركيز (0.1 ميكروغرام/ مل)، وحصل على نسبة عقم ذكري (100%) مع عدم ملاحظة أي آثار ضارة على أعضاء التأنيث في الزهرة.

درس [11] تأثير رش أزهار نباتات الخردل *Brassica juncea* L. ببودرة مسحوق بودرة الغسيل بتراكيز (2، 4، 6%)، ولمرة واحدة أو مرتين أو ثلاث مرات (بعد 15، 20، 25 يوم من الزراعة)، وتبين انخفاض نسبة حبوب اللقاح الخصبة على الترتيب عند التركيز 2% بنسبة (96.8، 87.7، 85 %)، أما التركيز 4% فأعطى نسبة (94.6، 92 %) حبوب لقاح عقيمة عند الرش بعد (20 و25 يوم)، في حين أعطى التركيز 6% حبوب لقاح عقيمة (بنسبة 100 %) عند الرش مرة واحدة أو مرتين أو ثلاث مرات، كما أن النباتات فشلت في إنتاج البذور.

قارن [25] رش أزهار نبات دوار الشمس *Helianthus annus* ببودرة مسحوق الغسيل بثلاثة تراكيز (1، 2، 3 %) بمعاملتين (مرة واحدة، أو مرتين). وتبين أن التراكيز العالية سببت تلون بالبني على الأوراق، في حين لم تؤثر التراكيز المنخفضة عل لون الأوراق، وأحدث الرش بالتركيزين (1، 2%) ولمرة واحدة حبوب لقاح عقيمة على الترتيب بنسبة (99.87، 100 %)، في حين اتضح أن التركيز (3 %) غير مجدي. وتتشابه هذه النتائج مع نتائج [22] الذي بيّن أن مسحوق الغسيل الصناعي نجح في إحداث العقم الذكري عند نباتات دوار الشمس عند رش الأزهار بالتراكيز المنخفضة، في حين سببت التركيز العالية خللاً كبيراً بالتغيرات الكروموزومية.

استنتج [23] أنه عند رش سبعة طرز وراثية من الخردل *Brassica juncea* L. بمسحوق بودرة الغسيل بالتراكيز (3، 5، 8 %) تفوق التركيز 8 %، بنسبة عقم لحبوب اللقاح (100 %).

بين [6] أن عند رش الجبرلين بالتركيز (400 ppm) على البراعم الزهرية لأشجار الزيتون لصنفي الصوراني والدعيبلي، بعد أربعة أسابيع من العقد فإن النسبة المئوية للبراعم الزهرية المتشكلة تنعدم تماماً.

درس [7] تأثير كل من إيثيل 4–فلورو أوكسانيلات (E4FO) بالتراكيز (1، 1.5، 2، 2.5، 3 ملغ/ ل) والإثيريل بالتراكيز (1، 2، 3، 4، 5 مل/ ل) في إحداث العقم

الذكري لحبوب اللقاح عند ثلاثة طرز من نبات الذرة الرفيعة *Sorghum bicolor*، وتم الرش عند بدء ظهور المياسم من ورقة العلم. وتبين فعالية كلا المركبين في إحداث العقم الذكري لحبوب اللقاح، وتفوق (E4FO) في نسبة العقم الذكري (99.5%) عند التركيز (2 ملغ/ ل) مع خصوبة أعضاء التأنيث، في حين بلغت نسبة العقم الذكري (97%) عند التركيز (3 مل/ ل) من الإثيريل.

**مبررات البحث وأهدافه:**

تبقى إمكانية تحسين صنف الخس الحموي البلدي باتباع طرائق التحسين الوراثي التقليدية (الانتخاب الفردي) صعبة للغاية، وتتطلب سنوات عديدة، ونظراً لصعوبة الحصول على هجنه لكونه نبات ذاتي التلقيح، فإن تحسينه يتطلب إحداث العقم الذكري.

إن إحداث العقم الذكري اصطناعياً سيفسح المجال أمام إنتاج البذور الهجينة $F_1$ محلياً من خلال استخدام السلالات العقيمة ذكرياً كأمهات عند التهجين بين السلالات النقية المستنبطة من صنف الخس البلدي الحموي. لذا فإن بحثنا يهدف إلى الآتي:

1. دراسة تأثير استخدام بعض المركبات في إحداث العقم الذكري اصطناعياً عند نباتات صنف الخس الحموي البلدي.
2. تحديد المعاملة الأفضل في إحداث العقم الذكري اصطناعياً لاستخدامها لاحقاً في عملية التهجين، وإنتاج البذور الهجينة $F_1$.

**مواد البحث وطرائقه:**

**1- المادة النباتية:** أجري البحث على صنف الخس الحموي البلدي الذي يتصف بالرأس المندمج، الطعم الحلو واللون الأحمر للعرق الوسطي، الأوراق الخارجية ذات لون أخضر داكن مجعدة ملمسها دهني، الأوراق الداخلية لونها (أخضر، أصفر، أخضر مصفر، أخضر قاعدته صفراء اللون)، الساق مغزلية الشكل لونها أحمر، الأزهار صفراء اللون، ولون البذور يتدرج من البني إلى الأسود [1].

**2-مكان إجراء البحث:** نفذ البحث خلال الموسم (2020- 2021 م) في مركز البحوث العلمية الزراعية في حماة التابع للهيئة العامة للبحوث الزراعية. ويقع على خط الطول (36.45 درجة)، وخط العرض (35.08 درجة)، ضمن منطقة الاستقرار الثانية (المعدل السنوي للهطول المطري نحو 338 ملم)، ويرتفع نحو (316 م) فوق مستوى سطح

البحر، ويعتمد المركز على الآبار الجوفية مصدراً مائياً لري التجارب. أما تربة موقع إجراء البحث فهي طينية ثقيلة، تفاعلها قلوي (pH= 8.24- 8.40).

يظهر التحليل الكيميائي لتربة إجراء البحث عدم حاجتها لإضافة الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية قبل الزراعة (الجدول 1)، في حين أنها فقيرة بالآزوت.

**الجدول (1): التحليل الكيميائي لتربة موقع إجراء البحث.**

| المادة العضوية % | $CaCO_3$ % | Ec ميليموز/ سم | pH | K ppm | P ppm | N ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.7 | 18.9 | 0.05 | 8.4 | 410 | 21.2 | 5 |

**3- طريقة الزراعة:**

أ- **زراعة البذور**: استخدم لزراعة البذور في المشتل تربة خصبة مفككة غنية بالمواد العضوية وخالية من المسببات المرضية. وتم التشتيل عند وصول الشتول لطول (10-15 سم)، وبقطر قلم الرصاص.

**ب- الزراعة في الأرض الدائمة:** زرعت الشتول في الأرض الدائمة على النحو التالي:

- المسافة بين النبات والآخر 40 سم.
- المسافة بين الخط والآخر 75 سم.
- طول الخط 3.2 م.
- عدد النباتات في الخط الواحد 8.
- عدد الخطوط في القطعة التجريبية 3.
- عدد المكررات 3.
- مساحة القطعة التجريبية 7.2 $م^2$.

4- **العمليات الزراعية:** نفذت جميع عمليات الخدمة الزراعية الري، العزق، التحضين، المكافحة في مواعيدها كما هو موصى به من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي ووفقاً لاحتياج النباتات والظروف الجوية السائدة. كما تمت إضافة السماد الآزوتي (نترات

الأمونيوم) بمعدل 50 كغ/ دونم على ثلاث دفعات (الدفعة الأولى بعد ثلاثة أسابيع من التشتيل، ثم بفاصل ثلاثة أسابيع بين الدفعة والأخرى).

**5-معاملات التجربة:**

تم رش حوامل النورات الزهرية في الصباح الباكر ثلاث مرات (الأولى: عند وصولها لطول 0.5- 0.9 مم، ثم بفاصل يومين بين الرشة والأخرى)، بثلاثة مركبات بغية إحداث العقم الذكري وهذه المركبات تتضمن:

1- **الجبرلين GA3:** بثلاثة تراكيز (50، 100، 200 ppm) [16].

2- **بودرة مسحوق الغسيل:** بأربعة تراكيز (0.5، 1، 1.5، 2%)، [21]، [10].

التركيب الكيميائي لبودرة مسحوق الغسيل المستخدم هو: كربونات الصوديوم، سيليكات الصوديوم، تريبولي فوسفات الصوديوم، كربوكسي ميثيل سيللوز، سلفات الصوديوم، عطور، مسطع ضوئي، ونسبة المادة الفعالة 15%.

3- **مبيد الأعشاب 2,4-Dichlorophenoxyaseticasid (2,4-D):** بأربعة تراكيز (0.01، 0.02، 0.03، 0.04 %)، [16].

عزلت النورات الزهرية لنباتات الخس المعاملة والشاهد باستخدام أكياس من الغربول الناعم لمنع وصول الحشرات إلى نوراتها الزهرية.

**المؤشرات المدروسة:**

**1- اختبار حيوية حبوب اللقاح باستخدام صبغة أملاح التترازوليوم (2,3,5-Triphenly Tetrazolium Chloride):** جمعت حبوب اللقاح من النورات الزهرية لنباتات جميع المعاملات المدروسة والشاهد، باستخدام فرشاة الرسم على قطعة من الورق المقوى، وبعدها تم تحضير المحلول بإضافة (1غ) من التيترازوليوم إلى (100 مل) من الماء المقطر (pH : 5.6 -5.7)، غمرت حبوب اللقاح في المحلول باستخدام فرشاة الرسم، ومن ثم تركت لمدة ساعتين [18]، وفحصت حبوب اللقاح بعد ذلك اعتماداً على شدة التلون باستخدام المجهر الضوئي باستخدام العدسة ذات التكبير 10 مرات التي تنخفض بانخفاض حيوية حبوب اللقاح المدروسة مقارنة مع الشاهد لتمييز حبوب اللقاح ( الحية والميتة)، كما درس تغير الشكل الخارجي، وحجم حبوب اللقاح للمعاملات مقارنة مع الشاهد.

**2- نسبة النورات العقيمة ذكرياً على النبات الواحد (%):** بالاعتماد على حساب النسبة المئوية للنورات الزهرية التي لم تكون بذور على النبات الواحد وبثلاثة مكررات لكل معاملة مدروسة مع الشاهد.

**3-نسبة النورات الزهرية العقيمة ذكرياً النسبية على النبات الواحد(%):**

نظراً لأن نبات الخس يتميز بوجود نسبة من العقم الذكري الطبيعي للنورات الزهرية، لذا فقد تم حساب نسبة عقم النورات الزهرية مقارنة مع الشاهد بالاعتماد على مقدار تأثير كل معاملة في خفض نسبة النورات الزهرية الخصبة مقارنة مع الشاهد (نسبة العقم الذكري للنورات الزهرية الناتجة فقط عن تأثير المركب المستخدم) بالعلاقة التالية [7]:

$$MS\% = \frac{(FC\% - FT\%)}{FC\%} \times 100$$

MS%: نسبة عقم النورات الزهرية العقيمة ذكرياً مقارنة مع الشاهد.

FC%: نسبة النورات الزهرية الخصبة ذكرياً للشاهد.

FT%: نسبة النورات الزهرية الخصبة ذكرياً للمعاملة.

**4-نسبة إنبات البذور (%):** وضعت (100 بذرة) في طبق البتري لكل معاملة، وبثلاثة مكررات لحساب نسبة الإنبات مخبرياً.

نسبة الإنبات مخبرياً (%)= عدد البذور النابتة/ العدد الكلي للبذور × 100

**5-نسبة العقم الذكري الكلي على النبات الواحد:** تم تقدير نسبة العقم الذكري الكلي على النبات الواحد من خلال العلاقة:

نسبة العقم الذكري الكلي (%) = نسبة النورات الزهرية العقيمة ذكرياً التي لم تكون بذور+ نسبة النورات الزهرية الفاقدة بذورها للحيوية

تم حساب نسبة النورات الزهرية الفاقدة بذورها للحيوية من العلاقة:

نسبة النورات الزهرية الفاقدة بذورها للحيوية= نسبة النورات الخصبة ذكرياً × نسبة البذور الفاقدة لحيويتها

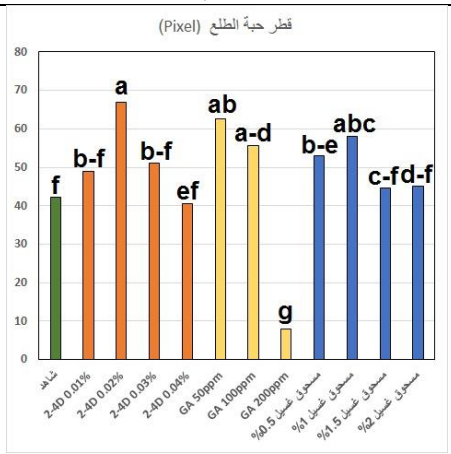
**تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:**

استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في التجربة، بثلاثة مكررات لكل معاملة (11 معاملة + الشاهد)، وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي12.1 GenStat للحصول على قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية (5 %) للقراءات الحقلية وعند مستوى معنوية (1 %) للقراءات المخبرية، وقيمة معامل التباين (C.V) بين المعاملات.

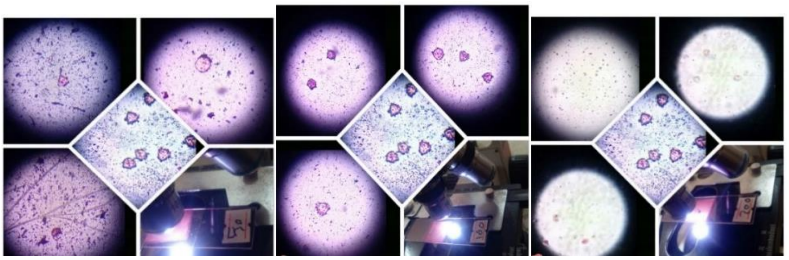
**النتائج والمناقشة:**

**أولا: اختبار حيوية حبوب اللقاح باستخدام صبغة أملاح التترازوليوم:**

من خلال الفحص المجهري لحبوب اللقاح للمعاملات المستخدمة في إحداث العقم الذكري والشاهد مع الأخذ بعين الاعتبار أن جميع الصور قد تم التقاطها من مسافة واحدة وقوة تكبير موحدة، وتقديرها بواحدة Pixel. ومن ثم تمت مقارنة المعاملات والشاهد باستخدام اختبار Fisher عند مستوى معنوية 0.05. أظهر المخطط التفصيلي لحجم حبوب اللقاح عند النباتات المعاملة بالنسبة للشاهد الشكل رقم (1)، زيادة حجم حبوب اللقاح عند المعاملات: مبيد الأعشاب (D–2,4 ) بالتراكيز (0.01، 0.02، 0.03 %)، الجبرلين بالتراكيز (50، 100 ppm)، مسحوق بودرة الغسيل بالتراكيز (0.5، 1) مقارنة بالشاهد، نتيجة لزيادة الإجهاد الذي تعرض له النبات عند معاملته بهذه المركبات وهذا ما فسره [13] حيث بين زيادة حجم حبوب اللقاح وقلة عددها بازدياد الإجهاد المطبق على النبات. بزيادة تركيز الجبرلين (ppm200) ازداد الأثر السلبي على إنتاج حبوب اللقاح ضمن المآبر، حيث نتج عن ذلك حبوب لقاح لا يتجاوز قطرها 10 Pixel مقارنة بالشاهد الذي تجاوز 40 Pixel. في حين لم تؤثر التراكيز العالية من مسحوق بودرة الغسيل (1.5، 2%) ومبيد الأعشاب 2,4–D بالتركيز (0.04%) على قطر حبوب اللقاح بالنسبة للشاهد، لوحظت حبوب لقاح مشوهة مثلثية الشكل عند المعاملة بمسحوق بودرة الغسيل بالتركيزين (1.5، 2%)، (الشكل4)، كما انخفضت شدة تلون حبوب اللقاح مقارنة مع الشاهد (كلما انخفضت شدة تلون حبوب اللقاح مقارنة مع الشاهد انخفضت حيويتها) عند المعاملة بمبيد الأعشاب 2,4–D بالتركيز (0.04%)، (الشكل 3).




**الشكل (1): المخطط التفصيلي لأقطار حبوب اللقاح لنباتات الخس الحموي المعاملة مقارنة مع الشاهد.**



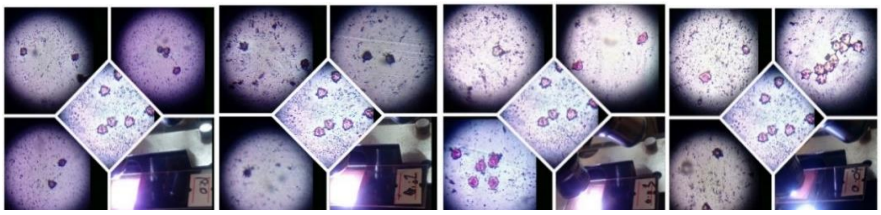
(أ) (ب) (ج)

**الشكل (2): حبوب اللقاح لنباتات صنف الخس الحموي البلدي المعاملة بالجبرلين مقارنة مع الشاهد.**

**(أ): المعاملة بالجبرلين تركيز (50 ppm). (ب): المعاملة بالجبرلين تركيز (100 ppm).**

**(ج): المعاملة بالجبرلين تركيز (200 ppm).**

**ملاحظة: الشاهد في وسط الشكل.**



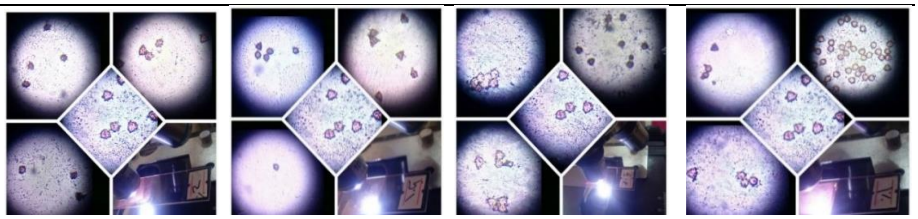
(أ) (ب) (ج) (د)

**الشكل (3): حبوب اللقاح لنباتات صنف الخس الحموي البلدي المعاملة بمبيد الأعشاب 2-4 D مقارنة مع الشاهد.**

**(أ): المعاملة بمبيد الأعشاب 2-4 D تركيز (0.01%). (ب): المعاملة بمبيد الأعشاب 2-4 D تركيز (0.02%).**

**(ج): المعاملة بمبيد الأعشاب 2-4 D تركيز (0.03%). (د): المعاملة بمبيد الأعشاب 2-4 D تركيز (0.04%).**

**ملاحظة: الشاهد في وسط الشكل.**



(أ) (ب) (ج) (د)

**الشكل (4): حبوب اللقاح لنباتات صنف الخس الحموي البلدي المعاملة بمسحوق بودرة الغسيل مقارنة مع الشاهد.**
**(أ): المعاملة بمسحوق بودرة الغسيل تركيز (0.5%). (ب): المعاملة بمسحوق بودرة الغسيل تركيز (1%).**
**(ج): المعاملة بمسحوق بودرة الغسيل تركيز (1.5%). (د): المعاملة بمسحوق بودرة الغسيل تركيز (2%).**
**ملاحظة: الشاهد في وسط الشكل.**

**ثانياً: نسبة النورات العقيمة ذكرياً على النبات الواحد:**

يظهر الجدول (2) تباين تأثير المركبات المستخدمة في إحداث العقم الذكري، كما ازدادت نسبة النورات العقيمة ذكرياً طردياً مع زيادة تراكيز المركبات المستخدمة في استحداث العقم الذكري، فقد بلغت عند استخدام الجبرلين بالتراكيز (50، 100، 200 ppm) على الترتيب ( 47.21، 76.10، 91.09 %)، وبلغت عند استخدام مبيد الأعشاب 2,4–D بالتراكيز (0.01، 0.02، 0.03، 0.04%) على الترتيب (35.76، 40.63، 53.39، 51،54%)، كما بلغت عند استخدام مسحوق بودرة الغسيل العادي بالتراكيز (0.5، 1، 1.5، 2%) على الترتيب ( 33.60، 40.97، 48.55، 53.67%) في حين بلغت في الشاهد ( 20.52%).

يظهر الجدول (2) أيضاً التفوق المعنوي لمعاملة الجبرلين بالتركيز (200 ppm) في زيادة نسبة النورات العقيمة ذكرياً (91.07%) على بقية معاملات التجربة، تلتها معاملة الجبرلين بالتركيز (100ppm) بنسبة (76.10%)، في حين تأرجحت نسبة النورات العقيمة ذكرياً في بقية المعاملات في حدود (35.76– 53.67%). وتأتي النتيجة السابقة متوافقة مع ما توصل إليه كل من [19]، [12].

**الجدول (2): النسبة المئوية للنورات الخصبة ذكرياً والنورات العقيمة ذكرياً على النبات الواحد باختلاف معاملات إحداث العقم الذكري اصطناعياً عند نباتات صنف الخس الحموي البلدي.**

| معاملات التجربة | | نسبة النورات الخصبة ذكرياً (%) | نسبة النورات العقيمة ذكرياً (%) |
|---|---|---|---|
| الجبرلين (ppm) | 50 | 52.79 | 47.21 cd |
| | 100 | 23.9 | 76.10 b |
| | 200 | 8.93 | 91.07 a |
| مبيد الأعشاب (2,4-D) (%) | 0.01 | 64.24 | 35.76 e |
| | 0.02 | 59.37 | 40.63 de |
| | 0.03 | 47.64 | 53.39 c |
| | 0.04 | 48.46 | 51.54 c |
| مسحوق بودرة الغسيل (%) | 0.5 | 66.40 | 33.60 e |
| | 1 | 59.03 | 40.97 de |
| | 1.5 | 51.45 | 48.55 cd |
| | 2 | 46.33 | 53.67 c |
| الشاهد | | 79.48 | 20.52 f |
| LSD (%5) | | | 7.826 |
| Cv (%) | | | 2.6 |

**ثالثاً: نسبة النورات الزهرية العقيمة ذكرياً النسبية على النبات الواحد :**

يظهر الجدول (3) ارتفاع نسبة العقم الذكري للنورات الزهرية عند معاملة النباتات بالمركبات المستخدمة، وازدياد نسبة عقم النورات الزهرية مع ازدياد تركيز هذه المركبات، فقد بلغت نسبة عقم النورات الزهرية العقيمة ذكرياً عند استخدام الجبرلين بالتراكيز (50، 100، 200 ppm) على الترتيب ( 33.58، 69.92، 88.76%)، وعند استخدام مبيد الأعشاب 2,4-D بالتراكيز (0.01، 0.02، 0.03، 0.04%) على الترتيب (19.17، 25.30، 40.06، 39.03%)، وبلغت أيضاً عند استخدام مسحوق بودرة الغسيل العادي

بـــالتراكيز ( 0.5، 1، 1.5، 2%) علـــى الترتيـــب (16.45، 25.73، 35.27، 41.7%).

يتضح من الجدول (3) أيضاً التفوق المعنوي لمعاملة الجبرلين بالتركيز (200 ppm) فـي زيـادة نسـبة النـورات الزهريـة العقيمـة ذكريـاً (88.76%) علـى بقيـة المعـاملات المستخدمة في إحداث العقم الذكري، تلتها معاملة الجبرلين بالتركيز (100ppm) بنسبة عقم للنورات الزهرية (69.92%)، وتأرجحت نسبة العقم الذكري للنورات الزهرية في بقية المعاملات في حدود (16.45– 41.7%).

**الجدول (3): النسبة المئوية للعقم الذكري للنورات الزهرية على النبات الواحد مقارنة مع الشاهد باختلاف معاملات إحداث العقم الذكري اصطناعياً لنباتات صنف الخس الحموي البلدي.**

| معاملات التجربة | التركيز | عقم النورات الزهرية (%) |
|---|---|---|
| الجبرلين (ppm) | 50 | 33.58 c |
| | 100 | 69.92 b |
| | 200 | 88.76 a |
| مبيد الأعشاب (2,4-D) (%) | 0.01 | 19.17 de |
| | 0.02 | 25.30 d |
| | 0.03 | 40.06 c |
| | 0.04 | 39.03 c |
| مسحوق بودرة الغسيل (%) | 0.5 | 16.45 e |
| | 1 | 25.73 d |
| | 1.5 | 35.27 c |
| | 2 | 41.7 c |
| الشاهد | | 00 |
| LSD (%5) | | 7.676 |
| Cv (%) | | 1.3 |

**رابعاً: نسبة إنبات البذور:**

بالرغم من تشكل البذور في بعض النورات الزهرية، إلا أن المركبات المستخدمة في إحداث العقم الذكري أثرت سلباً على البذور المتشكلة مؤدية إلى انخفاض نسبة إنباتها عند معاملات الجبرلين (ppm200) ، مبيد الأعشاب 2,4-D تركيز (0.04%)، مسحوق بودرة الغسيل (2%) لتصل إلى (8.33، 13.67، 15%) على الترتيب مقارنة بالشاهد (94.33%).وقد يعود هذا الانخفاض إلى زيادة نسبة حبوب اللقاح المشوهة وصغر حجمها وقلة عددها وتشوه أشكالها، وبالتالي تكون جنين غير مخصب أوغير قادر على الإنتاش بسبب زيادة التشوهات الكروموزومية مع زيادة تركيز المواد المستخدمة في إحداث العقم الذكري صناعياً [14 ]،(الجدول 4).

كما يظهر الجدول (4) أيضاُ تفوق معاملة الجبرلين بالتركيز (200 ppm) في في البذور غير المخصبة لتبلغ (91.67%)، وبدلالة معنوية على بقية المعاملات باستثناء معاملة الجبرلين بالتركيز 100 ppm (87.00%).

**الجدول (4): النسبة المئوية للبذور المخصبة والبذور غير المخصبة عند النبات الواحد باختلاف معاملات إحداث العقم الذكري اصطناعياً لنباتات صنف الخس الحموي البلدي.**

| معاملات التجربة | التركيز | نسبة البذور المخصبة (%) | نسبة البذور غير المخصبة (%) |
|---|---|---|---|
| الجبرلين (ppm) | **50** | 56.00 | 44.00 f |
| | **100** | 13.00 | 87.00 ab |
| | **200** | 8.33 | 91.67 a |
| مبيد الأعشاب (2,4-D) (%) | **0.01** | 86.67 | 13.33 h |
| | **0.02** | 27.67 | 72.33 cd |
| | **0.03** | 22.33 | 77.67 c |
| | **0.04** | 13.67 | 86.33 ab |
| مسحوق بودرة الغسيل (%) | **0.5** | 40.67 | 59.33 e |
| | **1** | 33.00 | 67.00 d |
| | **1.5** | 24.67 | 75.33 c |
| | **2** | | 85.00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| b | 15.00 | | |
| 7.33 g | 94.33 | الشاهد | |
| 5.667 | LSD (%1) | | |
| 2.1 | CV (%) | | |

**خامساً: نسبة العقم الذكري الكلي على النبات الواحد:**

يلاحظ من الجدول (5) ارتفاع نسبة العقم الذكري الكلي مع ازدياد تركيز المركبات المستخدمة في إحداث العقم الذكري عند نباتات الخس الحموي البلدي لتبلغ (44.36-99.24%). وقد تفوقت المعاملة بالجبرلين بتركيز (200 ppm) بنسبة عقم ذكري كلي بلغ 99.24% ولم تختلف معنوياً عن المعاملة بالجبرلين بالتركيز 100 ppm التي بلغت عندها نسبة العقم الذكري الكلي 96.90%. أظهرت معاملتي مسحوق بودرة الغسيل (2%) ومبيد الأعشاب 2,4-D التركيز (0.04%) نسبة عقم ذكري كلي (93.07، 93.42 %) على الترتيب. وجميع المعاملات المدروسة أظهرت تفوقاً بدلالة معنوية في نسبة العقم الذكري الكلي على الشاهد (19.05%).

**الجدول (5): نسبة العقم الذكري الكلي عند النبات الواحد باختلاف المركبات المستخدمة في إحداث العقم الذكري عند نباتات صنف الخس الحموي البلدي.**

| معاملات التجربة | التركيز | نسبة العقم الذكري الكلي (%) |
|---|---|---|
| الجبرلين (ppm) | 50 | 70.36 g |
| | 100 | 96.9 ab |
| | 200 | 99.24 a |
| مبيد الأعشاب (2,4-D) (%) | 0.01 | 44.36 h |
| | 0.02 | 83.54 ef |
| | 0.03 | 89.38 cd |
| | 0.04 | 93.42 bc |
| مسحوق بودرة الغسيل (%) | 0.5 | 72.83 g |
| | 1 | 80.57 f |
| | 1.5 | 87.33 de |

| | | |
|---|---|---|
| 93.07 bc | **2** | |
| 19.05 i | **الشاهد** | |
| 4.016 | **LSD (%5)** | |
| 1.4 | **% CV** | |

يمكن أن يعزى تأثير هذه المركبات (الجبرلين، مبيد الأعشاب (2,4–D)، مسحوق بودرة الغسيل) في إحداث العقم عند حبوب اللقاح إلى حدوث تشوهات كروموزومية مما يمنع تشكلها وتفتح المآبر، أو تعطي حبوب لقاح مشوهة غير قادرة على الإخصاب. وهذه النتائج تتوافق مع ماذكره كل من [11]، [23].

**الاستنتاجات:**

أظهر استخدام بعض المركبات (الجبرلين، مبيد الأعشاب (2,4–D)، مسحوق بودرة الغسيل) في إحداث العقم الذكري اصطناعياً عند نباتات صنف الخس البلدي وبتراكيز عديدة ما يلي:

1- أثرت المركبات المستخدمة في إحداث العقم الذكري سلباً في حبوب اللقاح، وأدت إلى صغر حجمها وتشوهها، مما أدى إلى انخفاض حيويتها، وزيادة نسبة النورات الزهرية العقيمة ذكرياً (غير المكونة للبذور) من جهة، وارتفاع نسبة البذور غير الحية من جهة ثانية.

2- ازدادت نسبة العقم طردياً مع ازدياد تركيز جميع المركبات المستخدمة.

3- أظهرت المعاملة بالجبرلين بالتركيز (200 ppm) تفوقاً معنوياً في كل من نسبة النورات العقيمة ذكرياً، نسبة العقم الذكري للنورات الزهرية مقارنة مع الشاهد، مما أدى إلى ارتفاع نسبة البذور غير المخصبة، وارتفاع نسبة العقم الذكري الكلي (99.24%).

**المقترحات:**

ننصح الراغبين في إنتاج البذور الهجينة $F_1$ للخس برش حوامل النورات الزهرية للنباتات بالجبرلين بتركيز (200 ppm)، ولثلاث مرات (الأولى: عند وصولها لطول 0.5

−0.9 مم، ثم بفاصل يومين بين الرشة والأخرى)، لإحداث العقم الذكري بنسبة (99.24%).

**المراجع:**

1.الخباز، باسمة. 2014. **توصيف بعض طرز الخس البلدي L *Lactuca sativa* المزروعة في محافظة حماة**، مجلة جامعة حمص للعلوم الزراعية والتقانة الحيوية، المجلد (36).

2.المحمد، خالد؛ محمد نبيل الأيوبي؛ زكريا حساني؛ أميرة زين، 2003 **التحسين الوراثي للفاكهة والخضار**. الجزء النظري، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، 262 ص.

3. حسن، أحمد عبد المنعم، 1991 **أساسيات تربية النبات**. الدار العربية للنشر، القاهرة، مصر، 682 ص.

4. حسن، أحمد عبد المنعم، 1993 **تربية محاصيل الخضر**. الدر العربية للنشر، القاهرة، مصر، 800 ص.

5. حميدان، مروان؛ رياض زيدان، 2003 **زراعة وإنتاج محاصيل الخضر**. الجزء النظري، منشورات جامعة تشرين، كلية الزراعة، 267 ص.

6. تلي، غسان؛ الفوزو، طلال؛ الحسن؛ محمد سعيد. 2021. **تأثير الرش بالجبرلين GA3 لأشجار صنفي الزيتون الصوراني والدعيبلي في عملية التمايز الزهري**. مجلة جامعة حمص للعلوم الزراعية والتقانة الحيوية، المجلد (43). العدد (10). الصفحات: 33−64.

**7.** AMELEWORK, A., LAING, M., SHIMELIS, H., 2016- **Evaluation of Effective Gametocides for Selective Induction of Male Sterility in Sorghum**. African Center for Crop Improvement,

University of KwaZulu-Natal, Scottsville, Pietermaritzburg, South Africa. Czech J. Genet. Plant Breed., 52, 2016 (4): 163–170

**8.** Amma, CKS., Namboodiri, AN., Panikkar, AON., Sethuraj, MR., 1990 **Radiation induced male sterility in Heveabrasiliensis (Willd ex Adr. De Juss).** MuellAgrCytologia 55: 547-551.

**9**. Bushra, A., Abdul, F.M., Niamat, A.M., Ahmad, W., 2002- **Clastogenicity Of Pentachlorophenol, 2,4-D and Butachlor Evaluated by Allium Root TipTest**. Mutation Research. 514: 105-113.

**10**. Castro, Cm., Oliveira, Ac., Calvaho, F.If.,2003- **Changes in Allele Frequencies in Colchicine Treated Ryegrass Population Assessed with APD Marker**. Agrociencia, 9 (2) :107- 112.

**11.** Chauhan, S. V. S, Singh, V., 2002- **Detergent-Induced Male Sterility and Bud Pollination in *Brassica Juncea* (L.)** Czern&Coss. Current Science. 82(8):25.

**12**. Cheng, Y., Wang,W., Li,Z., Cui, J., Hu,S., Zhao, H. , Chen, M., 2013- **Cytological and comparative proteomic analyses on male sterility in *Brassica napus* L. induced by the chemical hybridization agent monosulphuron ester sodium**. PLOS ONE. 8: e80191. (Pollen 6).

**13**. Ejsmond, M.J, Wrońska-Pilarek, D., Ejsmond, A., Dragosz-Kluska, D., Karpińska-Kołaczek, M., Kołaczek, M., Kozłowski, J., 2011. **Does climate affect pollen morphology? Optimal size and shape of pollen grains under various desiccation intensity**. Institute of Environmental Sciences, Jagiellonian University, Gronostajowa 7, 30-387 Kraków, Poland. Vol. 2, No. 10, art117 ref. 32.

**14**. Gangaprasad, S., Sreedhar, R.V., Salimath, P.M., Ravikumar, R.L. ,2004- **Induction of Male Sterility in Niger (Guizotia abyssinica Cass.).** Department of genetics and Plant Breeding, University of Agricultural sciences, Dharwad, Karnataka, India-580 005.

**15**. Kalidasu,G. , sarad, C., Eddy, R., Venkata, P., 2009- **Use of male gametocide: An alternative to cumbersome emasculation in coriander (Coriandrum sativum L.).** orticultural Research Station, Lam, Guntur-522 034, Andhra Pradesh, India.

2 P Pradesh, India

**16.** Kaul, M.L.H. ,1988- **Male Sterility in Higher Plants**. Monographs on Theor. and Appl. Genet. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York. Vol. 10.

**17.** Khatib P., Olfati J., Hamidoghli,Y., 2016 **-Efficiency of different lettuce (lactuca sativa l.) emasculation methods for hybrid seed production**. Seed And Plant Improvement Journal. Volume 32-1, Number 1; Page(s) 141 To 146.

**18**. Norton, J.D., 1966-**Testing of plum pollen viability with tetrazolium salts**. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 89: 132-134.

**19**.Prayaga, P., Anjani, K., 2002-**Enhancement of male sterility in safflower by growth regulators and chemicals.** Sesame and Safflower Newsletter, 16: 92-95.

**20.** RYDER, E. J. ,1963- **An epistatically controlled pollen sterile in lettuce (*Lactuca sativa* L.).** Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 83: 585 - 595.

**21**. RYDER, E. J.,1967- **A recessive male sterility gene in lettuce (*Lactuca sativa* L.).** Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 91: 366-368.

**22**. Singh, V., 2005- **Use of synthetic detergents as chemical hybridizing agents a review**. In: Plant Reproductive & Molecular Biology. Chaturvedi, S.N. and Singh, K.P. (eds.), Aavishkar Publishers Distributors Jaipur. Festschrift. 1:88-95.

**23**. SINGH, C., BORAIAH, K M., SINGH, R. K., KUMAR, S. P, SINGH, G., CHAND, R., 2018- **omparative study of floral biology using detergent and confirm selfincompatibility system in protogynous lines of Indian mustard (Brassica juncea).** ICAR-Indian Institute of Seed Science, Kushmaur, Mau, Uttar Pradesh 275 103.

**24**.SyedMazahir, H., Khursheed, H., Syeda, F., Seerat, R., Majid, R., Sana, S., Najmahand, A., Haroon, R., 2018-**Male sterility in vegetable crops.** Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(3): 3390-3393.

**25**.Tripathi, S.M, Singh, K.P.,2008-**Hybrid Seed Production In Detergent Induced Male Sterile (*Helianthus annuus* L.)**. HELIA. 31(49):103-112.

**26.** Yu, C., Hu, S., He, P., Sun, G., Zhang, C., Yu,Y., 2006- **Inducing male sterility in *Brassica napus* L. by a sulphonylurea herbicide, tribenuron-methyl**. Plant Breeding. 125 (1).