الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الزراعة
قسم علوم البستنة

دراسة بعض العوامل المؤثرة في إكثار وإنتاج نبات الزعفران

Factors Effecting Propagation and Production of Saffron Plant *Crocus Sativus* L.

أطروحة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية
(تخصص علوم البستنة)

إعداد المهندسة
رزان خليل كاسوحة

المشرف المشارك
د. راما عزيز
الأستاذ في قسم علوم البستنة
كلية الزراعة - جامعة دمشق

المشرف العلمي
د. خليل المعري
الأستاذ في قسم علوم البستنة
كلية الزراعة - جامعة دمشق

2021م

تصريح

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الرسالة تحت عنوان:

"دراسة بعض العوامل المؤثرة في إكثار وإنتاج نبات الزعفران"

لم يسبق أنَّ قدم للحصول على أي درجة جامعية أخرى، وغير مقدم حالياً لذلك، وأن كافة العمل، والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرف العلمي والمشرف المشارك وأن المراجع التي ذكرت في الأطروحة نسبت إلى مصادرها ضمن النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

م. رزان خليل جروس كاسوحة

Declaration

To whom it may concern: I declare that the present research work Entitled:

"Factors Affecting Propagation and Production of Saffron Plant *(Crocus sativus L.)*"

is a new research work, and has neither been already accepted for any degree, nor has been submitted concurrently for any other degree. All the mentioned results are my own efforts and done by direct supervision of my guides, all the referred literature are cited, and well documented in the list of references.

Candidate

Razan Khalil jarrous Kasouha

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة:

" دراسة بعض العوامل المؤثرة في إكثار وإنتاج نبات الزعفران"

جاء نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة رزان خليل جروس كاسوحة بإشراف الأستاذ الدكتور خليل المعري في قسم علوم البستنة، كلية الزراعة–جامعة دمشق، الأستاذ المساعد. راما عزيز في قسم علوم البستنة، كلية الزراعة–جامعة دمشق، وأن المراجع المستخدمة في هذه الرسالة موثقة أصولاً ضمن النص.

المرشح	المشرف المشارك	المشرف العلمي
م. رزان خليل جروس كاسوحة	د. راما عزيز	أ. د. خليل المعري

Certificate

It is hereby certificated that the work described in this thesis:

"Factors Affecting Propagation and Production of Saffron Plant (Crocus sativus L.)"

is the result of the scientific research done by candidate Razan Khlil Jarrous Kasouha under the supervision of Prof. Khalil AL Maari, Horticultural Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University and Profssistant., Rama Aziz, Horticultural Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, and any Reference to other research works has been duly acknowledged in the text.

Candidate	Supervision	Co-supervision
Razan Kahlil Kasouha	Prof. Khalil AL Maari	Prof. Rama Aziz

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الدكتوراه في قسم علوم البستنة في كلية الزراعة - جامعة دمشق، وأجيزت من قبل السادة أعضاء لجنة الحكم.

This thesis has been submitted as partial fulfillment of the requirements for the Ph. D Degree in Horticulture science, Faculty of Agriculture -Damascus University. The thesis has been approved by referee committee.

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 2021/9/29

لجنة الحكم على الرسالة:

أعضاء لجنة الحكم:

د. نبيل البطل	الأستاذ في قسم علوم البستنة	كلية الزراعة	
جامعة دمشق	الاختصاص: نباتات زينة		عضواً
د. خليل المعري	الأستاذ في قسم علوم البستنة	كلية الزراعة	
جامعة دمشق	الاختصاص: إكثار خضري		مشرفاً
د. محمد بطحة	الأستاذ في قسم علوم البستنة	كلية الزراعة	
جامعة دمشق	الاختصاص: إنتاج فاكهة تغذية		عضواً
د. حسان عبيد	الأستاذ في علوم البستنة	كلية الزراعة	
جامعة دمشق	الاختصاص: فيزيولوجيا فاكهة وتخزينها		عضواً
د. رلى يعقوب	الأستاذ المساعد في قسم المحاصيل الحقلية	كلية الزراعة	
جامعة دمشق	الاختصاص: نباتات طبية وعطرية		عضواً

شكر وتقدير

يسرني أنَّ أوجه شكري لمن نصحني وأرشدني ووجهني وساهم معي في إعداد هذا البحث، استاذي الفاضل الدكتور المشرف خليل المعري، والمشرف المشارك الدكتورة راما عزيز.

أوجه شكر للجنة الحكم على جهودها المبذولة في تحكيم هذا البحث وعلى الملاحظات القيمة أدت لرفع سوية البحث وجودته.

أوجه شكري لإدارة كلية الزراعة بجامع دمشق متمثلة بالسيد العميد والوكيل العلمي والوكيل الإداري لدعمهم المستمر للبحث، وكذلك للسيد رئيس القسم وكل أساتذتي الأفاضل.

أشكر جامعة العراقة عنوان الفخر والنبوغ العلمي نبراس الأفكار الخلاّقة جامعة دمشق.

- أشكر الهيئة العامة للتقانات الحيوية ولاسيما الدكتور فهد البيسكي على تعاونهم الكبير الفائق.

كما أشكر عائلتي:

إلى أبي الذي فارقني جسداً لكن روحه لا تزال ترف في سماء حياتي إلى من علمني الثبات في الحياة والتقدم دوماً في مسيرة الحياة، إلى من علمني الشجاعة والثبات في مواقف الحياة كافة، إلى من اتكأت عليه وكنت عالمة أني أتكأ على صخرة قوية لا تضعف يوماً، إلى من علمني التفاؤل والابتسام في وجه الجميع، إلى من علمني كيف تقهر الصعاب، عاهدتك وها أنذا أفي بوعدي لك وأحقق ما رسمت لي إياه.

إلى من تحملني في بحث دام ستة سنوات وكانت فيه عقبات كبيرة تحتاج همة الرجال، إلى من أمدني بالقوة والصبر والعنفوان إلى سندي الدائم

زوجي العزيز الدكتور وسيم سرور

إلى نبع الحنان والمحبة وما بقي لي عطف الحياة وجمالها، إلى من رعتني ولا تزال ترعاني

إلى أمي

وإلى سندي القوي المتكاتف

إلى من يقفون حولي وحتى ببعدهم عني واغترابهم لم يتركوني ساعة إلى السند القوي الممتلئ بمحبة تفوق معنى الأخوة

أخواتي العزيزات (عبير – رامية- ردينة -كارمن)

إلى أمي الثانية من ساندتني حقيقة في عمل البحثي الحقلي من قدمت لي أرضها الطيبة وكل الظروف اللازمة لنجاح البحث

أم زوجي مريم نصار

إلى الأعزاء الذين تفرح روحي بوجودهم إلى بعدي وتاريخي وجذري، إلى من أحببت ومن أحبوني، إلى من تمنوا لي النجاح بجوارحهم

إلى أعمامي (راتب- هواش – فايز)

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	**1**
أهمية البحث	**2**
الإشكالية البحثية	**3**
تساؤلات البحث	**6**
فرضيات البحث	**7**
أهداف البحث	**8**
محدوديات البحث	**9**
الفصل الأول: الدراسة المرجعية	**12**
1-1- الموطن الأصلي للزعفران	**12**
1-2- التصنيف النباتي	**12**
1-3- المراحل الفينولوجية	**13**
1-4- الوصف المورفولوجي	**14**
1-5- المتطلبات البيئية	**15**
1-6- استخدامات الزعفران	**16**
1-7- التسميد العضوي والآزوتي في الزعفران	**18**
1-8- تأثير وزن الكورمة	**23**
1-9- عمر الحقول	**25**
1-10- الزراعة بدون تربة	**27**
1-10-1- نظم الزراعة بدون تربة وتقنياتها	27
1-10-2- زراعة الزعفران بدون تربة	29
1-11- إكثار الزعفران بزراعة النسج	**31**
1-12- محتوى المياسم من المواد الفعالة (الكروسين، البيكروكروسين، السافرنال)	**35**
الفصل الثاني: مواد وطرائق البحث	**43**
2-1- تجربة الزراعة الحقلية	**43**
2-1-1- تأثير السماد العضوي واليوريا والمواسم المتتالية في النمو الخضري والإنتاج الزهري والكورمي لنبات الزعفران	44
2-1-2- تأثير وزن الكورمات في الإنتاج الزهري والكورمي للزعفران في المواسم المتتالية	49
2-2- تجربة الزراعة بدون تربة	**51**

2-2-1- تأثير وزن الكورمات ضمن نظام التغذية المستمرة – النظام المغلق ضمن تقنية التدفق العميق (Deep flow technology)	52
2-2-2- تأثير أوساط النمو المختلفة في نمو وإنتاجية الزعفران	53
2-2-3- دراسة المقارنة بين تقنيات الزراعة المختلفة (الزراعة في تربة، الزراعة بدون تربة ضمن تقنيتي الأصص، التدفق العميق)	54
2-3- إكثار الزعفران بالنسج	**61**
2-3-1- مرحلة الزراعة الأولية	63
2-3-1-1- تحضير الخزعات النباتية وتعقيمها	63
2-3-1-2- الحد من ظاهرة الاسمرار	64
2-3-1-3- تأثير نوع الخزعات في نسبة الاستجابة للنمو	65
2-3-1-4- دراسة تأثير موعد إدخال الخزعة في نسبة الاستجابة للنمو	66
2-3-2- مرحلة الإكثار والاستطالة	66
2-3-3- مرحلة تكون الكُريّمات	68
2-3-4- دراسة تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الجذور وعددها	68
2-4- تجربة التقدير الكيميائي لمحتوى المياسم من المواد الفعالة الناتجة (الكروسين، البيكروكروسين، السافرنال)	**69**
2-4-1- تأثير نوع السماد في محتوى المواد الفعالة	69
2-4-2- تجربة تقدير تأثير تخزين مياسم الزعفران في محتوى المواد الفعالة	70
2-4-3- تقدير محتوى المياسم من المواد الفعالة (الكروسين، البيكروكروسين، السافرنال) بواسطة جهاز السبيكتروفوتوميتر	70
الفصل الثالث النتائج والمناقشة	**73**
3-1- تجربة تأثير معاملات التسميد في نمو وإنتاج نبات الزعفران حقلياً في المواسم المتتالية	**73**
3-1-1- تأثير معاملات التسميد في نسبة الكورمات النامية (%) في المواسم المتتالية	73
3-1-2- تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة لظهور نمو واحد من النبات في المواسم المتتالية	74
3-1-3- تأثير معاملات التسميد في عدد النموات وعدد الأوراق الناتجة من النبات في المواسم المتتالية	76
3-1-4- تأثير معاملات التسميد في طول الأوراق (سم) في المواسم المتتالية	81
3-1-5- تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة للإزهار (يوم) في المواسم المتتالية	83
3-1-6- تأثير معاملات التسميد في طول فترة الإزهار في المواسم المتتالية	86
3-1-7- تأثير معاملات التسميد في عدد الأزهار الناتجة (زهرة. نبات-1) في المواسم المتتالية	89
3-1-8- تأثير معاملات التسميد في الغلة الجافة من المياسم (كغ. دونم-1) في المواسم المتتالية	90

3-1-9- تأثير معاملات التسميد في طول المياسم في المواسم المتتالية	95
3-1-10- تأثير معاملات التسميد في معدل الإكثار في المواسم المتتالية	99
3-1-11- تأثير معاملات التسميد في مجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات (غ. نبات-1) في المواسم المتتالية	101
3-1-12- تأثير معاملات التسميد في عدد الكورمات وفئاتها الوزنية في وحدة المساحة في المواسم المتتالية	104
3-2- تجربة زراعة الكورمات ذات الأوزان المختلفة	**109**
3-2-1- تأثير وزن الكورمة في بعض مقاييس الإنتاج الزهري في المواسم المتتالية	109
3-2-2- تأثير وزن الكورمة في بعض مقاييس الإكثار في المواسم المتتالية	110
3-2-3- تأثير وزن الكورمة في عدد الكورمات الناتجة في وحدة المساحة (كورمة.م$^{-2}$) ضمن الفئات الوزنية في المواسم المتتالية	113
3-3- تجربة الزراعة بدون تربة	**121**
3-3-1- تأثير وزن الكورمات في مقاييس النمو والإنتاج في الزراعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق (DFT)	121
3-3-2- تأثير نوع وسط النمو المستخدم في مقاييس النمو والإنتاج في تقنية الزراعة بدون تربة في الأصص	124
3-3-3- تأثير تقنيات الزراعة المختلفة في نمو وإنتاج نبات الزعفران	128
3-3-3-1 تأثير تقنيات الزراعة المختلفة في بعض مؤشرات النمو الخضري والجذري للزعفران	128
3-3-3-2- تأثير تقنيات الزراعة المختلفة في بعض مؤشرات الإنتاج الزهري	132
3-3-3-3- تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس الإنتاج الكورمي	135
3-4- تجربة الزراعة النسيجية	**139**
3-4-1- مرحلة الزراعة الأولية	139
3-4-1-1- تأثير عملية التعقيم السطحي للأجزاء النباتية	139
3-4-1-2- تأثير نوع المادة المستخدمة في الحد من الاسمرار واستجابة النمو	141
3-4-1-3- تأثير نوع الخزعة في نسبة الاستجابة للنمو	143
3-4-1-4- تأثير موعد الإدخال في نسبة الاستجابة	146
3-4-2- تأثير تركيز الستوكينيات في النسبة المئوية لتكون النموات ذات الاستطالة وعدد النموات المتكونة وطولها والنسبة المئوية لتكون المجموع الخضري	147
3-4-3- مرحلة تكون الكُرَيمات	150
4-4-3-1- تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الكُرَيمات وفي عدد الكُرَيمات المتكونة	150
3-4-3-2- تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الجذور وعددها	152
3-5- دراسة تأثير معاملات التسميد وطول فترة التخزين في محتوى المياسم من المواد	**154**

الفعالة	
3-5-1- تأثير معاملات التسميد في محتوى المياسم من المواد الفعالة من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال	154
3-5-2- تأثير طول فترة التخزين في محتوى المياسم من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال	157
الفصل الرابع الاستنتاجات والمقترحات	**160**
الخاتمة	**160**
أولاً- الاستنتاجات	**162**
ثانياً- التوصيات والمقترحات	**163**
المراجع العلمية	**165**
1- المراجع العربية	**165**
2- المراجع الأجنبية	**166**

فهرس الجداول

عنوان الجدول	الصفحة
الجدول (1)؛ البلدان المنتجة للزعفران بكميات اقتصادية لعام 2020 م	2
الجدول (2). نتائج التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع قبل الزراعة	43
الجدول (3). متوسطات المعطيات المناخية في منطقة الدراسة خلال مواسم الزراعة 2016، 2017، 2018، 2019	44
الجدول (4). متوسطات درجات الحرارة والهطول المطري خلال الموسمين الزراعة (2018/2019،2019/2020) في محافظة دمشق	52
الجدول (5). تركيب محلول هوغلاند وأرنون لتحضير محلول مغذي 1000 ليتر	53
الجدول (6). الخصائص الفيزيائية والكيمائية لأوساط النمو المدرو	59
الجدول (7). التركيب الكيميائي للمحلول المعدني لموراشيج وسكوغ (MS المستخدم في التجارب المنفذة خلال مراحل النمو المختلفة حسب (Auge وزملاؤه، 1984)	62
الجدول (8). معايير جودة نبات الزعفران (ISO/TS 3632- 2014)	71
الجدول (9). تأثير معاملات التسميد في نسبة الكورمات النامية (%) في المواسم المتتالية	73
الجدول (10). تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة لظهور نمو واحد من النبات في المواسم المتتالية	75
الجدول (11). تأثير معاملات التسميد في عدد النموات الناتجة في المواسم المتتالية (نمو.نبات$^{-1}$)	77
الجدول (12). تأثير معاملات التسميد في عدد الأوراق الناتجة من النبات (ورقة.نبات−1) في المواسم المتتالية	79
الجدول (13). تأثير معاملات التسميد في طول الأوراق (سم) في المواسم المتتالية	82
الجدول (14). تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة للإزهار في المواسم المتتالية	84
الجدول (15). تأثير معاملات التسميد في طول فترة الإزهار في المواسم المتتالية	87
الجدول (16). تأثير معاملات التسميد في عدد الأزهار الناتجة من النبات(زهرة.نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية	90
الجدول (17). تأثير معاملات التسميد في الغلة الجافة من المياسم (كغ.دونم$^{-1}$) في المواسم المتتالية	91
الجدول (18). تأثير معاملات التسميد في طول المياسم (سم) في المواسم المتتالية	95
الجدول (19). تأثير معاملات التسميد في معدل الإكثار في المواسم المتتالية	99
الجدول (20). تأثير معاملات التسميد في مجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات (غ.نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية	103
الجدول (21). تأثير معاملات التسميد في عدد الكورمات وفئاتها الوزنية في وحدة المساحة في المواسم المتتالية	106

الجدول (22). تأثير وزن الكورمات في بعض مقاييس الإنتاج الزهري في المواسم المتتالية	110
الجدول (23). تأثير وزن الكورمات في معدل التكاثر (كورمة. نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية	111
الجدول (24). تأثير وزن الكورمات في مجموع وزن الكورمات الناتجة عن النبات (غ .نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية	112
الجدول (25). تأثير وزن الكورمة والمواسم المتتالية في عدد الكورمات في وحدة المساحة (كورمة.م$^{-2}$) ضمن الفئات الوزنية	114
الجدول (26). تأثير وزن الكورمات في بعض مقاييس النمو الخضري والإنتاج الزهري والكورمي في الزراعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق كمتوسط للموسمين 2020/2019–2019/2018	122
الجدول (27). تأثير نوع وسط النمو المستخدم في مقاييس النمو والإنتاج في الزراعة بدون تربة ضمن تقنية الزراعة في أصص لمتوسط الموسمين 2019/2018– 2020/2019	125
الجدول (28). تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس النمو الخضري والجذري للزعفران خلال الموسم 2019/2018 والموسم 2020/2019	129
الجدول (29). تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس الإنتاج الزهري	134
الجدول (30). تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس الإنتاج الكورمي	136
الجدول (31). تأثير طريقة التعقيم في نسبة الخزعات الملوثة	140
الجدول (32). تأثير المواد المضادة للاسمرار في نمو الخزعات في الطور الأولية	142
الجدول (33). اختلاف الاستجابة للنمو باختلاف الخزع النباتية المزروعة لنبات الزعفران	144
الجدول (34). تأثير تركيز السيتوكينينات في النسبة المئوية للاستجابة وفي عدد النموات المتكونة وفي طول النموات المتكونة وفي النسبة المئوية لتكون المجموع الخضري	148
الجدول (35). تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الكُرَيمات وفي عدد الكُرَيمات المتكونة	151
الجدول (36). تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الجذور وعددها	152
الجدول (37). تأثير معاملات التسميد في محتوى المياسم من المواد الفعالة من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال كمتوسط لموسمين 2018–2019	155
الجدول (38). تأثير طول فترة التخزين في محتوى المياسم من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال	158

فهرس الأشكال

عنوان الجدول	الصفحة
الشكل (1) توزيع القطع التجريبية الخاصة بكل معاملة ضمن القطاعات الكاملة العشوائية في ثلاثة مكررات	46
الشكل (2). تأثير المواسم المتتالية في عدد الكورمات في وحدة المساحة تبعاً لفئاتها الوزنية (1–4غ، 4–8، غ، أكبرمن 8 غ)	107
الشكل (3) تأثير المعاملات السمادية في عدد الكورمات في وحدة المساحة تبعاً لفئاتها الوزنية (1–4غ، 4–8غ، أكبر من 8غ)	108
الشكل (4). تأثير موعد الإدخال في النسبة المئوية للاستجابة	146

فهرس الصور

عنوان الجدول	الصفحة
الصورة (1). المرحلة الأولى من نمو النبات ظهور النموات فوق سطح التربة	**10**
الصورة (2). المرحلة الثانية من نمو النبات وظهور الأزهار	10
الصورة (3). الحقل في مرحلة النمو الخضري	11
الصورة (4). الحقل في مرحلة الجفاف	11
الصورة (5). الأوساط الثلاثة التي تم اختبارها ضمن تقنية الأصص – نظام التغذية المفتوح	56
الصورة (6). تأسيس تقنية التدفق العميق	61
الصورة (7). الزراعة داخل مخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية	63
الصورة (8). تحليل محتوى المواد الفعالة في النبات	72
الصورة (9). المياسم المجففة تبعاً للمعاملات السمادية	94
الصورة (10). تطور الإزهار عبر المواسم	98
الصورة (11). معدل الإكثار الناتج من النبات	101
الصورة (12). مجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات الواحد في الموسم الثالث	104
الصورة (13). تطور وزن الكورمات الصغيرة والمتوسطة الوزن	113
الصورة (14). النمو الخضري للكورمات التي تنتمي للفئات الوزنية المختلفة	123
الصورة (15). التجانس الشكلي والوزني الكبير في الكورمات الناتجة من تقنية التدفق العميق	123
الصورة (16). الإزهار ضمن أوساط البرلايت والبتموس والخليط	127
الصورة (17). التقنيات الثلاثة للزراعة متجاورة الزراعة الحقلية– الزراعة في تقنية التدفق العميق – الزراعة في الأصص	139
الصورة (18). الاسمرار في مرحلة الزراعة الأولية	143
الصورة (19). شكل الخزعات التي تمت دراستها	145
الصورة (20). ظهور نمو أولي وعدم تقدمه لتشيكل نمو ذو استطالة	150
الصورة (21). الجذور العرضية في المراحل المبكرة قبيل ظهور الكورمات	153

جدول المصطلحات

المصطلح	الاسم العربي	الاسم الإنكليزي
DFT	تقنية التدفق العميق	Deep flow technology
NFT	تقنية الغشاء المغذي	Nutrition film technology
BAP	بنزيل أمينو بورين	6-Benzylaminopurine
IBA	اندول بيوتريك اسيد	3-Indolebutyric Acid
NAA	نفتالين أسيتك أسيد	Naphthaleneacetic acid
2,4D	2،4 ثنائي كلور فينوكسي الأسيد	2,4 Dichlorophenoxy acetic acid
TDZ	ثلاثي ديازورون	thidiazuron
IAA	أندول أستيك اسيد	Indoleacetic acide
MS	موراشيج وسكوج	Murashige and skooge

الملخص

تم في هذا البحث دراسة نمو، وإكثار وإنتاج نبات الزعفران ضمن ثلاثة نظم زراعية مختلفة: الزراعة الحقلية، الزراعة بدون تربة، الزراعة النسيجية. نفذت تجربة الزراعة الحقلية في مدينة قارة، منطقة القلمون، محافظة ريف دمشق، سورية، خلال أربعة مواسم 2016–2019، حيث نفذت فيها تجربتان وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) ،هدفت التجربة الأولى لدراسة تأثير ست معاملات سمادية وفق الآتي: السماد العضوي 10 طن. هكتار$^{-1}$، اليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$، اليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$، والخليط بين السماد العضوي مع كل من مستويي اليوريا السابقين، بالإضافة للشاهد في مؤشرات النمو والإنتاجية. أظهرت النتائج عدم وجود اختلافات معنوية في الغلة الجافة من المياسم بين معاملات السماد العضوي وحده أو خليطه مع كل من مستويي اليوريا المدروسين، حيث وصلت إلى 1.63،1.67،1.75 كغ/دونم على التوالي. ازدادت الغلة الجافة من المياسم بتقدم المواسم، وبلغت 0.184، 0.46، 1.04، 2.97 كغ/دونم من السنة الأولى وحتى الرابعة على التوالي، ولم تسجل فروق معنوية في معدل إكثار الكورمات بين معاملات السماد العضوي وحده وخليطه مع اليوريا 100 و200 كغ/هكتار. ازداد معدل التكاثر ومجموع وزن الكورمات الناتجة بتقدم المواسم. وهدفت التجربة الحقلية الثانية إلى دراسة تأثير الفئات الوزنية المختلفة للكورمات (1–4، >4–8، >8–12غ) في إنتاج نبات الزعفران من المياسم الجافة والكورمات، وأظهرت نتائج التفاعل بين المواسم ووزن الكورمات تطور الغلة من الأزهار والمياسم المجففة والكورمات لدى كل من الكورمات الكبيرة والمتوسطة الوزن مع تقدم المواسم، مع ملاحظة تأخر دخول الكورمات الصغيرة الوزن في إنتاج المياسم المجففة حتى العام الثالث.

نفذت تجارب الزراعة بدون تربة، في مزرعة أبي جرش، دمشق، سورية، خلال الموسمين 2018/2019 و 2019/2020، تضمنت التجربة الأولى دراسة نمو وإنتاج الفئات الوزنية للكورمات (1–4غ، >4–8غ، >8–12غ) ضمن تقنية التدفق العميق (DFT)، لوحظ أنَّ كافة الكورمات المنتجة ومن كافة الأوزان المستخدمة كانت تجارية يفوق وزنها 8غ حتى تلك المنتجة من كورمات يتراوح وزنها بين 1–4غ. بينما أوضحت تجربة دراسة تأثير وسط النمو المستخدم (البتموس، البرلايت، خليط البتموس والبرلايت) عدم وجود فروق معنوية في مؤشرات النمو الزهري من حيث عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم بين الأوساط الثلاثة، في حين أنَّ وسط البتموس قد أعطى أصغر معدل تكاثر (2.67 كورمة/النبات) وأكبر متوسط لوزن للكورمة (6.72غ). أما بالنسبة للتجربة الثالثة فقد أجريت بهدف المقارنة بين التقنيات الزراعية الثلاث: تقنية التدفق العميق، الأوساط (خليط من البتموس والبرلايت)، الزراعة في التربة، كان الإزهار ضعيفاً في تقنية التدفق العميق، وحققت الزراعة في التربة زيادة في معدل إكثار الكورمات ووزن الكورمات الناتجة من النبات الواحد.

وبالنسبة لتجارب الزراعة النسيجية وتقدير محتوى المياسم من المواد الفعالة، فقد نفذت في مخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية، خلال الفترة 2018–2020، ضمن الظروف المتحكم بها، بينت النتائج أنَّ أعلى نسبة استجابة للنمو كانت في شهري أيلول وتشرين الأول (86.33%)، وأن أعلى عدد للكورمات سجل في معاملة بنزيل أمينو بورين أدنين BAP بتركيز 4 ملغ.ل$^{-1}$ مضافاً له 1 ملغ.ل$^{-1}$ من نفتالين أستيك أسيد (2.25 كورمة.خزعة$^{-1}$). سجل أعلى محتوى من الكروسين والبيكروكروسين في معاملة التسميد العضوي

وحده أو مخلوط مع اليوريا في المعدلين 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ وذلك ضمن تجربة تقدير جودة المياسم، انخفضت جودة المياسم المخزنة لأكثر من عامين في تجربة دراسة تأثير مدة تخزين المياسم.
الكلمات المفتاحية: الزعفران، التسميد العضوي، اليوريا، الغلة الجافة، وزن الكورمات، الزراعة بدون تربة، الزراعة النسيجية، المواد الفعالة.

المقدمة

Introduction

يعد الزعفران *Crocus sativus* L. التابل الأغلى في العالم إذ يبلغ سعر الكيلو غرام الواحد من مياسمه المجففة 1300–1500 دولار كسعر جملة في أرض المنشأ دون عملية النقل أو التعبئة (Ghorbani، 2018)، عرف الزعفران كمصدر للتوابل منذ 3500 سنة على الأقل، وقد لقب بالذهب الأحمر المزروع نظراً لخفة وزنه وارتفاع ثمنه واستعمالاته المختلفة.

تنتج إيران نحو حوالي 93.7% من الإنتاج العالمي (Ghorbani، 2018)، وقد بلغ إنتاجها لموسم 2020/2019 حوالي 430 طن، كما بلغت صادرات إيران من الزعفران للموسم نفسه نحو 236 طن، لتصل قيمة الصادرات في هذا العام زهاء 365 مليون دولار، وبالرغم من ارتفاع سعر الزعفران وارتفاع الطلب العالمي عليه إلا أنّ إنتاجه تراجع في العديد من الدول المتقدمة التي كانت تنتج الزعفران بشكل تقليدي مثل اليونان وإيطاليا وإسبانيا، فقد تراجع الإنتاج بشكل كبير في إسبانيا ليبلغ 0.49% من الإنتاج العالمي لموسم 2020 (Agronomy Statistics، 2020)، بعد أنّ كانت إسبانيا من الدول الرائدة في إنتاج وتسويق الزعفران لقرون عديدة، ويعود هذا التناقص في المساحات المخصصة لزراعة الزعفران في الدول الأوروبية بشكل كبير لارتفاع تكاليف الإنتاج بحيث أصبحت العملية غير مجزية اقتصادياً (Fernandez، 2004)، وذلك نظراً لارتفاع تكاليف اليد العاملة في الدول المتقدمة فإنّ إنتاجه لا يعد مناسباً لها، بينما يلاقي هذا المحصول اهتماماً كبيراً في الدول النامية مثل القطر العربي السوري، كونه محصولاً قابلاً للتصدير بسهولة، وذو قيمة اقتصادية عالية، مطلوب عالمياً، ساهم ارتفاع سعره في استخدامه كمحصول بديل لزراعة الخشخاش في العديد من الدول مثل أفغانستان (Gresta وزملاؤه، 2008). ويرجع ارتفاع سعره إلى قلة الكمية المنتجة منه، وقلة استخدام المكننة الزراعية في هذا المحصول إذ أنّ عمليات إنتاج الزعفران لا تزال حتى الآن تتم بشكل يدوي بدءاً من الزراعة وحتى قطاف الأزهار وفصل المياسم، حيث يتطلب إنتاج كيلو غرام

واحد من الزعفران 150000–200000 زهرة، وتملك كل زهرة ثلاثة مياسم ويبلغ وزن الميسم الواحد 2–3 ملغ كوزن رطب، بالإضافة إلى 400 ساعة من العمل اليدوي كعمليات خدمة وقطاف وتجفيف مطلوبة للهكتار الواحد إذ ينتج الهكتار الواحد 6 كيلو غرام فقط (Aytekin وAcikgoz، 2008).

الجدول (1)؛ البلدان المنتجة للزعفران بكميات اقتصادية لعام 2020م

البلد	الإنتاج (طن.سنة$^{-1}$)
إيران	304
إسبانيا	2.3
الهند	22
اليونان	7.2
المغرب	2.6
أفغانستان	6
إيطاليا	1

(Agronomy Statistics، 2020)

أهمية البحث:

تعود أهمية البحث في مجال إنتاج الزعفران لدوره الاقتصادي المهم في تشغيل اليد العاملة خلال موسم الحصاد إضافة لارتفاع ثمنه كمحصول زراعي، كما يعد محصولاً ثانوياً مربحاً للمجتمعات النائية ومثالياً للحيازات الزراعية الصغيرة لاسيما عند زراعته بطرق الزراعة الصديقة للبيئة والملائمة للتنمية المستدامة، ويتميز هذا النبات أيضاً بخصائص زراعية فريدة من حيث انخفاض متطلباته المائية، إذ أنَّ فترة النمو تكون بمعظمها في الشتاء والربيع وهي نفس فترة هطول الأمطار محلياً في القطر العربي السوري، مما يجعله محصولاً هاماً في المناطق محدودة الأمطار ويبعده عن التنافس مع المحاصيل الأخرى على الاحتياجات المائية، فقد يحتاج لري تكميلي بسيط للوصول للمستوى المائي المطلوب، للزعفران قدرة على النمو ضمن مجال واسع من الترب الحامضية والقلوية على حد سواء، وهذه الصفات البيولوجية والفيزيولوجية والزراعية الفريدة للزعفران تجعله قادراً على استغلال الأراضي الهامشية التي تندرج ضمن النظم الزراعية الفقيرة

بيئياً، إضافة للاهتمام الكبير الذي يحظى به هذا النبات ضمن البحوث الطبية الحديثة، كل هذه الميزات دفعت بنا لمحاولة إدخال هذا النبات إلى مناطق جديدة في القطر العربي السوري.

وتعد زراعة الزعفران من الزراعات الاقتصادية المهمة، سريعة الإنتاج، غير معقدة التطبيق، وتدخل زراعة الزعفران ضمن الزراعات المنوعة ذات الدخل المرتفع والمخصصة للمساحات الزراعية الصغيرة والتي تعاني منها بعض المناطق في القطر العربي السوري نتيجة تفتت الملكية الزراعية بمرور الزمن، ويعد إنتاج الزعفران سوقاً اقتصادياً جيداً قادراً على استيعاب كميات كبيرة من المنتج، وبما أنَّ التجارب السابقة التي أجريت سورية أكدت على تأقلم النبات مع الشروط البيئية وقدرته على إعطاء مياسم ذات مواصفات عالية، وتبعاً للتوجه العام للدولة نحو إدخاله والتوسع في زراعته في مناطق جديدة في القطر العربي السوري، لذا فإنَه في المرحلة الأولى من تأسيس زراعة الزعفران ونشره في القطر العربي السوري يعد إكثار كورمات الزعفران ومحاولة الوصول لأعداد كبيرة منها أكثر أهمية من إنتاج المياسم نفسها، وذلك نظراً لغلاء ثمنها وقلة توافرها كمنتج وطني محلي، لذا فإن هذا البحث يتوجه بشكل أساسي نحو إكثار الكورمات التي تمثل وحدة التكاثر الأساسية والوحيدة في النبات ضمن كافة النظم الزراعية المتاحة المتضمنة نظام الزراعة الحقلية ونظام الزراعة بدون تربة، إضافة للزراعة باستخدام التقانات الحيوية معتمدين الإكثار النسيجي الدقيق للنبات.

الإشكالية البحثية:

1) يعد إكثار كورمات الزعفران من قبل المزارعين أنفسهم ضمن الظروف الحقلية المحلية ضمن المرحلة الأولى لإدخال النبات أول الخطوات المطلوبة لنشر زراعة هذا المحصول، ولكن ضمن الزراعات الحقلية التقليدية لاتزال المعلومات الدقيقة المتوفرة عن متطلبات زراعته في سورية غير كافية وبحاجة لدراسات عديدة لاسيما موضوع التسميد العضوي والمعدني وتأثيره في إنتاج

الزعفران من الأزهار والمياسم الجافة والكورمات حيث يعد التسميد من أهم العوامل المؤثرة في الإنتاجية من المياسم والكورمات.

2) تعد كورمات الزعفران وحدة التكاثر الأساسية والوحيدة للنبات، فالتوجه نحو نشر زراعة هذا المحصول في سورية يتطلب إنتاج ملايين الكورمات حقلياً للوصول لزراعة اقتصادية. لحل المشكلة لابد من متابعة نمو النبات المزروع في دورة زراعية متكاملة ممتدة لأربع سنوات لجمع البيانات الخاصة بمعدل الإكثار وحجم الكورمات الناتجة، حيث أنَّ معظم الأبحاث التي أقيمت حول إنتاج الكورمات عالمياً، أعطت نتائجها خلال موسم واحد متجاهلة أنَّ معظم المزارعين يقومون وبشكل تقليدي بحصاد الكورمات بعد السنة الثالثة من الزراعة، فعدد قليل من الدراسات اهتم بالتغيرات التي تطرأ على إنتاج الكورمات في كل موسم من مواسم النمو المتتالية. كما أنَّ الأبحاث التي دخلت في دورات زراعية أكثر من عام تُظهر النتائج من الغلة الجافة للمياسم كمتوسط للأعوام، ولكن في إطار محصول جديد مهم مدخل حديثاً لابد من الاهتمام بالتغيرات التي تطرأ على إنتاج هذا النبات في كلَ موسم من مواسم النمو وذلك ضمن مخطط زمني يمتد لأربع سنوات كحد أدنى.

3) إنّ لوزن الكورمة تأثير كبير في كافة مؤشرات الإنتاج الخاصة بالنبات، فكلما ازداد وزن الكورمة ازدادت الإنتاجية من المياسم والكورمات، ونظراً لاختلاف سعر الكورمة، تبعاً لوزنها، حيث يبلغ سعر الكورمة الكبيرة عالمياً دولار ونصف، ومحلياً ألفين ليرة سورية كحد أدنى، بينما يبلغ سعر الكورمة المتوسطة الوزن نصف دولار عالمياً وألف ليرة سورية محلياً، في الوقت الذي يصل سعر خمس كورمات صغيرة دولار واحد ومحلياً ألف ليرة سورية، فلابد من دراسة تأثير وزن الكورمات المستعملة في الزراعة ضمن المرحلة التأسيسية للحقول المعدة لزراعة الزعفران، ولكن ضمن دورة زراعية ممتدة لأربعة أعوام بهدف دراسة تطور إنتاج الكورمات ذات الأوزان الصغيرة والمتوسطة لمعرفة ماهي عتبة الزمن اللازمة لتحقق هذه الكورمات

إنتاجية موازية للكورمات الكبيرة الوزن ضمن ظروف من التسميد العضوي والمعدني وعمليات الخدمة المختلفة اللازمة لهذا المحصول، وذلك كوجهة اقتصادية لتخفيف الأعباء المادية المتعلقة بتأسيس حقول الزعفران في البداية.

4) على الرغم من الاهتمام الكبير المولى لزراعة الزعفران في سورية مقارنة بالعديد من المحاصيل الأخرى، إلا أنَّ الدراسات حول إمكانية إدخال تقنيات جديدة لزراعة الزعفران لم تُدرس وفق الظروف والإمكانيات المتاحة محلياً، ولذا اتجه البحث لدراسة تأثير تقنيات الزراعة المختلفة وهي: الزراعة في التربة، الزراعة بدون تربة باستخدام الأوساط، والزراعة بدون تربة في تقنية التدفق العميق (DFT (Deep Flow Technology، ومع ملاحظة أنَّ معظم الأبحاث التي تقارن بين الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة تدرس اختلاف الإنتاج على أساس الاختلاف بين أنظمة زراعية لكل منها شروطه البيئية الخاصة، حيث أنَّ الزراعة في الأوساط والزراعة في تقنية التدفق العميق وغيرها من تقنيات الزراعة بدون تربة عادةً ما تتم ضمن البيوت الزجاجية ذات الظروف الحرارية المتحكم بها ليتم مقارنتها بالظروف الحقلية متجاهلين أنَّ هذا التفوق الملموس لتقنيات الزراعة الحديثة على التقنيات الحقلية قد يعود للعوامل البيئية المتحكم بها (الحرارة، الرطوبة الجوية وغيرها)، وهذا ما قد يقود لنتائج غير دقيقة ومضللة عن إنتاجية الزعفران ضمن هذه النظم، حيث أنَّ البعض يدعي بتفوق يصل إلى 11 ضعف إنتاج الحقول، بينما آخرون يقرون بأنّها ذات إنتاج أدنى من الحقول، وبما أنَّ توجه البحث اتخاذ السمة التطبيقية وأن يكون مقارباً لأرض الواقع الزراعي السوري وفي ظل توافر الظروف الجوية الملائمة لنمو الزعفران في سورية خارجياً في الجو المكشوف دون استخدام البيوت المحمية وارتفاع كلفة الوقود، لابد من تنفيذ التجربة على أساس اختلاف تقنية التغذية مما يتيح وبشكل كبير إمكانية التطبيق العملي ضمن الواقع الزراعي السوري.

5) يعد الدخول ضمن تقانات الزراعة النسيجية للزعفران بهدف الحصول على أعداد كبيرة للنباتات من أهم طرق الإكثار السريع في حال نجاحه، إلا أنَّ طبيعة الزعفران كنبات وحيد الفلقة تجعل هناك صعوبة كبيرة في إكثار هذه النباتات عامة وفي إكثار الزعفران خاصة، وعلى الرغم من كل الصعوبات التي تعترض إكثار الزعفران نسيجياً وبطء وضعف استجابته، هناك العديد من الأبحاث التي تهدف لإكثار الكورمات نسيجياً وذلك بهدف كسر الاحتكار العالمي المطبق، حيث أنّه عالمياً وحتى الآن تم تسجيل بعض النجاحات في الإكثار النسيجي ولكن لم تحقق إنتاجاً اقتصادياً تجارياً للنباتات المكاثرة نسيجياً، وبما أنَّ الكميات المتواجدة في سورية صغيرة لا تكفي لنشر زراعته ضمن أصغر المحافظات، بالتالي في حال نجاح إكثاره ضمن المختبرات الحكومية فإنّ ذلك قد يعد من أهم إنجازات الإكثار النسيجي.

لابد من الذكر أخيراً أنَّ الإشكاليات المطروحة في البحث تعد تحديات ضخمة تتطلب جهوداً كبيرة واستخدام تقنيات زراعية مختلفة: حقلية، زراعات بدون تربة، وزراعات نسيجية، بالإضافة لطرائق تحليل بيولوجية وكيميائية علمية دقيقة.

تساؤلات البحث:

- هل يمكن لهذا المحصول الجديد المدخل حديثاً لسوريا أنَّ يحقق إنتاجية جيدة ضمن الظروف المحلية، ما هو العام الإنتاجي الأول للزعفران، وما هو الطول الأمثل للدورة الزراعية، وهل هناك إمكانية لتحديد طول الدورة الزراعية تبعاً لتوجه الإنتاج كورمي أو زهري؟
- هل هناك إمكانية لتخفيض استخدام الأسمدة الآزوتية بمرور الوقت وإمكانية الانتقال نحو استخدام العضوية المنشأ فقط مع تحقيق إنتاجية جيدة ؟
- هل تستطيع الكورمات الصغيرة والمتوسطة غير المنتجة أنَّ تتخطى العتبة الحرجة المحددة للإزهار وتدخل في حيز الإنتاج بمرور الزمن؟

- ❖ هل ينجح الزعفران ضمن تقنيات الزراعة بدون تربة، وخاصة في حال الزراعة ضمن الظروف غير المحمية، وماهي التقنية الأفضل لاعتمادها ضمن الظروف المحلية، هل هناك مزايا إضافية يمكن تظهر في الإنتاج من المياسم والكورمات يمكن أنَّ تتفوق على لإنتاج الحقلي للزعفران وما هي؟
- ❖ هل يمكن لتقانات الزراعة النسيجية أنَّ تحقق إنتاجاً عالياً للكورمات، وماهي التراكيز الهرمونية الضرورية ضمن كل مرحلة من المراحل الزراعة النسيجية، وهل لزمن إدخال الخزعات تأثير معنوي في استجابة الخزعات للنمو؟
- ❖ هل للأسمدة المستخدمة تأثيرات معنوية في محتوى المياسم من من المواد الفعالة، وهل يمكن لطول مدة التخزين أنَّ تؤثر سلباً في محتوى المياسم من المواد الفعالة، هل يمكن تحديد طول مدة التخزين الأمثل، وتحديد نسب تدهور المواد الفعالة بمرور الزمن؟

فرضيات البحث:

- ❖ يفترض البحث وجود فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة 0.05 لإنتاجية المواسم المختلفة وللمستويات المختلفة لليوريا المستخدمة ولاستخدام الأسمدة العضوية في معايير النمو الخضري ومعايير الإنتاج الزهري والكورمي، كما يفترض البحث إمكانية تخفيض الكميات السمادية المستخدمة من اليوريا بتتابع السنوات دون أنَّ تؤثر سلباً على الإنتاجية.
- ❖ يفترض البحث إمكانية تطور الكورمات المتوسطة والصغيرة ضمن الدورات الزراعية، لتصبح قادرة على الإنتاج الزهري.
- ❖ يفترض البحث وجود فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة 0.05 للتقنيات الزراعية المختلفة تقنية التدفق العميق- الزراعة في خليط البتموس والبرلايت- الزراعة في التربة في معايير النمو الجذري والخضري والزهري والكورمي، كما يفترض البحث الحصول على إنتاجية

عالية من المياسم ونوعية عالية من الكورمات باستخدام تقنيات الزراعة بدون تربة مقارنة بالزراعة بالتربة.

- ❖ ويفترض البحث إمكانية التوصل لوضع الآلية والخطوات للازمة لإنتاج كورمات الزعفران بشكل نسيجي مخبري بحيث نتمكن تحقيق إنتاج كورمي كبير.
- ❖ يفترض البحث وجود فروقات ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة 0.01 في محتوى المياسم من المواد الفعالة، للمستويات مختلفة للأسمدة المستخدمة، ولطول مدة التخزين.

أهداف البحث:

1) دراسة تأثير السماد العضوي والمستويات المختلفة لليوريا في الإنتاج الزهري والكورمي لنبات الزعفران وذلك خلال أربعة مواسم متتالية.
2) دراسة تطور الفئات الوزنية المختلفة للكورمات (1-4غ) صغيرة، (>4-8غ) متوسطة، كبيرة (>8غ) وتأثيرها في الإنتاج الزهري والغلة من المياسم والكورمات ضمن دورة زراعية متكاملة.
3) دراسة تأثير التقنيات الزراعية المختلفة (الزراعة الحقلية – الزراعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق للمحاليل المغذية Deep flow technology (DFT) – الزراعة بدون تربة ضمن تقنية الزراعة في وسط مؤلف من خليط البتموس والبرلايت بغرض مقارنة الإنتاج ضمن التقنيات الزراعية المختلفة).
4) دراسة بعض العوامل المؤثرة في إكثار الزعفران نسيجياً باستخدام التقانة الحيوية.
5) تقدير محتوى مياسم الأزهار من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال، بهدف تحديد تأثير معاملات التسميد المختلفة في نوعية المياسم ومحتواها من المواد الفعالة، وبهدف تحديد تأثير سنوات التخزين المتتالية في محتوى المياسم من هذه المواد.

محدوديات البحث:

نفذت الدراسة الحقلية في مدينة قارة منطقة القلمون محافظة ريف دمشق، لمدة أربعة سنوات متتالية، كما نفذت الدراسة الخاصة بالزراعة بدون تربة في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة لمدة عامين متتالين، أما تجارب الزراعة النسيجية وتحديد مستوى جودة المياسم، وكذلك تأثير مدة التخزين فتمت في مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية، تمت عمليات تحليل التربة في مخابر قسم الأراضي جامعة دمشق كلية الزراعة، ونفذت التحاليل والقراءات المخبرية في مخابر كلية الزراعة والهيئة العامة للتقانات الحيوية، تم البحث على نبات الزعفران المزروع، وتم استخدام المراجع الأجنبية المتوفرة حول هذا البحث بكم أكبر من المراجع العربية نظراً لقلة المراجع العربية المتوفرة عن هذا الموضوع، كما أنّه لا يوجد دراسات مشابهة على حول إكثار الزعفران ضمن ثلاث نظم مختلفة وبآن واحد محلياً وحتى عالمياً فإن الأبحاث المختصة بموضوع الإكثار غالباً ما تتناول جانباً واحداً ودون أنَّ تقارن بين النظم المختلفة ولا تدرس الإكثار عبر دورة زراعية متكاملة، ولم تقم محلياً بعد دراسات متخصصة حول الإكثار وإنتاجية النبات على الرغم من أنه نبات ذات جدوى اقتصادية كبيرة تدعم الدخل القومي.

سيتم في هذا البحث عرض كل من الفصول التالية:

- ❖ الفصل الأول الدراسة المرجعية: يتناول الإطار النظري الخاص بالنبات والدراسات السابقة المتعلقة بكافة جوانب البحث العلمية.
- ❖ الفصل الثاني منهجية البحث وأدواته: يعرض مواد البحث ومكان تنفيذ البحث والإطار الزمني الخاص بكل تجربة والطرائق العلمية المتبعة في تنفيذ التجارب، مع عرض التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي الخاص بكل تجربة من تجارب البحث.
- ❖ الفصل الثالث النتائج والمناقشة: الذي يعرض نتائج كل تجربة من تجارب البحث مع المناقشة المستندة للمراجع العلمية.

- ❖ الفصل الرابع الاستنتاجات والتوصيات: تعرض أهم النتائج التي توصل لها البحث، والتوصيات التي يمكن اتباعها مع الإضاءة على الجوانب العلمية الجديدة المضافة.
- ❖ المراجع العربية.
- ❖ المراجع الأجنبية.



الصورة (1)؛ المرحلة الأولى من نمو النبات ظهور النموات فوق سطح التربة



الصورة (2)؛ المرحلة الثانية من نمو النبات وظهور الأزهار



الصورة (3)؛ الحقل في مرحلة النمو الخضري



الصورة (4)؛ الحقل في مرحلة الجفاف.

الفصل الأول: الدراسة المرجعية

Literature Review

1-1- الموطن الأصلي للزعفران:

يعتقد بأنّ النبات نشأ في شرقي البحر المتوسط، ومن المحتمل أنَّ يكون قد نشأ في آسيا الصغرى وبلاد فارس، وتنتشر زراعته في مناطق البحر المتوسط وغرب آسيا بدءاً من خط الطول 10 غرباً إلى خط الطول 80 شرقاً ومن خط العرض 30 إلى 50 شمال خط الاستواء (Tammaro، 1999).

1-2- التصنيف النباتي:

ينتمي الزعفران (*Crocus sativus* L.) إلى الفصيلة السوسنية *Iridacea*، والتي تضم 66 جنساً، نباتات هذه الفصيلة معظمها عشبي لها ريزومات أو كورمات أو أبصال، وتشير الأبحاث الحديثة أنَّ الجنس *Crocus* يحوي نحو 100 نوع تنتشر عبر العالم (Rukšans، 2010)، ويعتمد التصنيف.

الصفات الظاهرية مثل عدد المياسم وصفات الغطاء الحرشفي المحيط بالكورمات وموعد ظهور المجموع الورقي قبل أو بعد ظهور الأزهار ولون الأزهار والوصف الجزيئي الدقيق لعدد الكرموزومات وطولها وشكلها والتي تعد المفتاح الأدق والأهم في التصنيف (Chichiriccò، 1999).

يعد هذا النبات ثلاثي الصيغة الصبغية (2N=3x=24) نشأ من طفرة من النوع البري *Crocus cartwrightianus*، عقيم يتكاثر عن طريق الكورمات الأرضية (Grilli وزملاؤه، 2004).

وينتمي الزعفران *Crocous Sativus* إلى المملكة: *plantea*، الصف: *Monocotyledona*، الرتبة: *Aspergales*، الفصيلة: *Iridaceae*، الجنس: *Crocus*، النوع: *Crocus sativus* (Vavilov، 1951).

إنّ كلمة saffron مشتقة من الكلمة العربية زعفران، والتي بدورها مشتقة من الكلمة الفارسية zarparan والتي تعني الزهرة ذات البتلات الذهبية، أما كلمة *Crocus* اللاتينية فيعتقد بأنها نشأت من كلمة croci اليونانية والتي تعني خيط النول (Husaini وزملاؤه، 2013).

1-3- المراحل الفينولوجية:

يعد الزعفران نبات مزهر شتوي يبدأ نشاطه الحيوي خلال الخريف ويستمر طيلة الخريف والشتاء والربيع، بينما يدخل في فصل الصيف بمرحلة من السكون عبر الكورمات الموجودة تحت سطح التربة والتي تستعيد نشاطها الحيوي، مع بداية الخريف بعد هطول الأمطار، أو بعد الري في أواخر الصيف، تبدأ النموات بالظهور فوق سطح التربة ومن ثم وبشكل مباشر يبدأ ظهور الأزهار والتي قد تظهر قبل الأوراق أو مع ظهورها، عادة ما يكون ظهور الأزهار خلال الفترة الممتدة بين منتصف تشرين الأول وحتى الأسبوع الأول من شهر تشرين الثانين عادة ما تكون فترة الإزهار هذه بين 20-25 يوم.

تعد المرحلة الثانية في حياة نبات مرحلة النمو الخضري وتمثل المرحلة الأطول في دورة حياة النبات، وتبدأ بشكل مباشرة بعد الإزهار، وقد يحدث تداخل بين بداية ظهور الأوراق وفترة الإزهار، يزداد عدد الأوراق ويزداد طولها خلال فترة النمو، كما تقوم الأوراق بعملية التركيب الضوئي، وفي نهاية شباط وبداية آذار تتشكل الكورمات الجديدة على الكورمة الأم، إذ تأخذ تغذيتها من نواتج التمثيل الضوئي للأوراق وجذور الكورمة الأم، عادة ما تمتد مرحلة النمو الخضري من بداية تشرين الثاني وحتى نهاية نيسان أو حتى نهاية أيار تبعاً لدرجات حرارة المنطقة.

المرحلة الثالثة هي مرحلة السكون وتبدأ مع جفاف الأوراق في نهاية الربيع وتمتد طيلة فترة الصيف، تعد هذه المرحلة فترة راحة للنبات، ليدخل النبات بمرحلة نمو جديدة مع أول رية في نهاية الصيف وبداية الخريف (Lopez-Corcoles وزملاؤه، 2015).

1-4- الوصف المورفولوجي:

يعد الزعفران نباتاً عشبياً معمراً، إذ يفوق عمر سلالته أحياناً 30 عاماً، ذو كورمة أرضية يتراوح قطرها مابين 2 و 5 سم كروية الشكل، مسطحة في القاعدة ودائرية في الأعلى، وتعد الكورمة ساق أرضية متضخمة قصيرة وصلبة مقسمة إلى عقد وسلاميات وداخلها نسيج برانشيمي، فيها برعم طرفي رئيسي وبراعم عرضية جانبية محاطة بأوراق حرشفية وتتكون بمعظمها من أنسجة الساق، على عكس البصلة المتكونة من أنسجة الورقة (Hassan- Beygy وزملاؤه، 2010). وتنقسم جذور الكورمة إلى نوعين: جذور ليفية رفيعة ومستقيمة تنمو عند قاعدة الكورمة الأم تمتص الماء والأملاح المعدنية، وجذور عرضية تنشأ بالقرب من البراعم الجانبية، سميكة (ثخينة) تربط الكُريّمات بالكورمة الأم وتساعد في استقرارها داخل التربة (Chio-Sang، 1996) تنتج كل كورمة عدة كورمات في السنة، ثم تتلاشى الكورمة الأم، وتزهر البصيلات المُنتجة وتعطي بصيلات أخرى وهكذا لعدة سنوات حسب طرق الإنتاج المتبعة.

والجدير بالذكر أنَّ هذه البصيلات المتكونة أثناء تكونها على النبات وارتباطها بالكورمة الأم تسمى كريّمة، أما بعد انتهاء موسم النمو ودخولها في طور سكون وإنهائه تعتبر كورمة كاملة.

تملك الكورمة 1-2 براعم قمية و4-5 براعم جانبية أو أكثر، تعطي هذه البراعم نموات، ويعطي النمو الواحد بين 6-10 أوراق شريطية، ضيقة، يتراوح طولها ما بين 30 إلى 40 سم (Gresta وزملاؤه، 2008)، ذات لون أخضر فاتح إلى غامق، يتزامن ظهورها مع ظهور الزهرة، ولكن في بعض الظروف الخاصة -كالموسم الممطر- يمكن للأوراق أنَّ تظهر قبل الزهرة. أما الأزهار فهي بوقية منتصبة بنفسجية اللون يتراوح عددها ما بين 1-8 زهرة للكورمة الواحدة، وتتكون الزهرة من غلاف زهري بنفسجي غامق اللون مؤلف من ثلاث سبلات وثلاث بتلات من نفس اللون، وتعتبر الأزهار ثنائية الجنس تحتوي على ثلاث أسدية، لكل منها مئبرين بلون أصفر، تضم حبوب لقاح عقيمة وليست لها أي فعالية على المبيض، ومدقة ذات مبيض منخفض، يعلوه قلم طويل ذو ثلاثة

مياسم حمراء مخملية، يتراوح طولها ما بين 2 إلى 3 سم، وهي ضيقة في أسفلها وأكثر عرضاً في قمتها (Gresta وزملاؤه، 2007).

1-5- المتطلبات البيئية:

يتطلب نبات الزعفران مناخاً معتدلاً مع أمطار كافية وتربة ذات محتوى عضوي عالي، وله القدرة على تحمل مدى حراري كبير يتراوح بين -18م° وحتى درجات حرارة تفوق 40م° لعدة أيام شريطة، أنَّ لا تصادف هذه الحرارة إحدى مراحل النمو الحساسة مثل مرحلة ظهور النموات وتمايز البراعم الزهرية (Rees،1988؛ Mollafilabi، 2004؛ Gresta وزملاؤه، 2009)، إذ أنَّ تمايز الأزهار يحدث بعد ذبول الأوراق في نهاية الربيع وبداية الصيف وذلك ضمن مدى حراري يتراوح بين 23-27م° ومن ثم يمنع الصيف الحار والجاف ظهور الأزهار لتعود البراعم للإنبات وإعطاء النموات ضمن مدى حراري يتراوح بين 23-27م°، ولكن يحدث الظهور المثالي للأزهار بعد انخفاض درجات الحرارة إلى 15-17م° (Molina وزملاؤه، 2004).

تزدهر زراعة الزعفران في الترب الرملية والطينية ذات الصرف الجيد والتي يرتفع فيها المحتوى الكلسي ومحتوى المادة العضوية. وللزعفران القدرة على النمو في الترب الحامضية والقاعدية إذ يتحمل درجة حموضة تتراوح بين 6.5-8.2 (Kafi وزملاؤه، 2002).

وبما أنَّ الزعفران نبات معمر تمتد دورة حياته في الأرض بين 4 إلى 8 سنوات، إذ تكون ذروة الإنتاج في السنة الرابعة والخامسة، لذا فإنّ النبات يحتاج إلى تربة خصبة ومسمدة بشكل جيد، إذ أنَّ التربة الخصبة تحسن نمو النبات وتعطي إنتاجاً جيداً (Rees،1992؛ Bencshop وزملاؤه، 1993) لذا في المرحلة التحضيرية لزراعة الزعفران تتم إضافة كميات كبيرة من الأسمدة العضوية 20-40 طن للهكتار (Bencshop وزملاؤه، 1993). كما يتميز الزعفران بأنّه من نباتات النهار القصير ويرتبط إزهاره بالأيام القصيرة في السنة أي التي لا تتعدى الإضاءة فيها احدى عشرة ساعة

ونصف من أجل الإزهار، وإذا تمت زراعة النبات في بيئة مدة الإضاءة فيها أكثر خلال مرحلة الإزهار فالنبتة تستمر في حالة نمو خضري (Koocheki وزملاؤه، 2007).

كما يتميز الزعفران بانخفاض متطلباته المائية إذ يمكن للزعفران أنّ يتحمل ظروف المناطق الجافة التي لا يزيد فيها معدل الأمطار سنوياً عن 80–100 مم لكن إنتاجه يكون ضعيف جداً (Ahmad وزملاؤه، 2017)، حيث يتطلب الإنتاج الجيد للزعفران معدل أمطار بين 300–600 مم في المناطق الزراعات المطرية موزعة على طول فترة النمو، كما أنّ لري الزعفران أهمية كبيرة، إذ كان للزراعات المروية أثراً كبيراً في زيادة المواصفات الكمية والنوعية للزعفران (Azizi-Zohan، 2004).

إنّ الدورة الحرارية المطلوبة للزعفران والتي تتميز بالانتقال من مناخ معتدل إلى مناخ بارد ومن ثم مناخ معتدل وتوافر هذا النمط من المناخ في سورية، وقدرة الزعفران على النمو ضمن مجال واسع من الترب، إضافة إلى انخفاض متطلباته المائية، تجعله نبات صالح للزراعة في عدة مناطق.

1-6- استخدامات الزعفران:

تعد مياسم الأزهار الجزء الاقتصادي المستخدم في الزعفران، تعمل على تلوين الطعام وتكسبه نكهة خاصة، نظراً لما يمتاز به الزعفران من خصائص مميزة. وله استخدامات متعددة في الصناعة، إذ يستخدم في صباغة المنسوجات والعطور بالإضافة إلى استخدامه كمخدر في العلاج منذ آلاف السنين (Basker،1993). أهم المركبات الكيميائية التي تعطي الزعفران خصائصه المميزة هي:

غليكوزيدات (الكروسين – البيكروكروسين) وألدهيد السافرنال، حيث يعد الكروسين Crocine مادة ملونة تنحل في الماء والكحول معطية لوناً أصفراً قوياً. أما البيكروكروسين Picrocrocine فهو عبارة عن غليكوزيد ينشطر إلى سكر وزيت طيار وهو المسؤول عن طعم ورائحة الزعفران، تعد

هذه المواد غليكوزيدات مرتبطة مع مركبات كاروتينية معقدة ممايعطيها خواص مضادة للأكسدة. كما يشترك السافرنال Safranal مع البيكروكروسين في إعطاء الزعفران رائحته المميزة، وتحتوي مياسم الزعفران على بروتينات وسكريات وفيتامينات وأحماض أمينية (Abdullave، 1993؛ Winterhalter وStraubinger، 2000)

إنّ الخواص العلاجية للزعفران معروفة منذ القديم، حيث استخدم كمهدئ ومسكن للآلام، وفي علاج الالتهابات الرئوية وعلاج الأرق وأوجاع المعدة والمغص عند الرضع، النقرس المزمن وعسر الهضم، تقليص ألم العادة الشهرية وتأخير العجز الجنسي عند الذكور والمساعدة في التئام الجروح، كما يستخدم تحسين الذاكرة نظراً لمحتواه العالي من الكاروتينات (Singletary، 2020).

أما حديثاً:

- يعتقد الباحثون أنَّ فوائد الزعفران وخصائصه المضادة للأكسدة قد يكون لها تأثير وقائي ضد أمراض القلب حيث أنَّ الزعفران يقلل من احتمال تلف الأنسجة الذي قد يسببه الكوليسترول الضار، يعمل الكروسين (المركب النشط في الزعفران) على حماية القلب من الأمراض كتضخم القلب (Kamalipour وAkhondzadeh، 2011).
- هناك العديد من فوائد الزعفران المضادة للاكتئاب، حيث بينت الدراسات فعاليةً للزعفران مشابهة لفعالية عقار فلوكسيتين في علاج الاكتئاب الخفيف إلى المتوسط، وأثبت فعالية استخدام الزعفران في علاج الاكتئاب لدى البالغين فوق 18 سنة (Yang وزملاؤه، 2018). كما وجد أنَّ الزعفران يحسن الأعراض لدى الأشخاص الذين يعانون من الاضطراب الاكتئابي الكبير Major Depressive Disorder (Hausenblas وزملاؤه، 2018).
- يعد الزعفران غني بمضادات الأكسدة التي تساعد على حماية الجسم من الجذور الحرة (Free Radicals) حيث يعمل على ربط الجذور الحرة ومنع تأثيرها، كما أنَّ مستخلصات الزعفران من الكروستين (Crocetin) لها خصائص مضادة للأورام، (Festuccia وزملاؤه، 2019)،

كما أثبت قدرة الزعفران على تثبيط تشكل الحمض النووي للخلايا السرطانية وبالتالي منع تكاثر الخلايا السرطانية (Abdullaev وFrenkel، 1992؛ Nair وزملاؤه، 1995).

- ❖ يؤثر على تدفق الدم للعين، وعلى وظائف الشبكية، لذلك فهو يقي من نقص تروية العين، ومرض التنكس البقعي المرتبط بالسن والذي ينتج عنه العمى (Lashay وزملاؤه، 2016).
- ❖ أما استعمال المياسم بكميات كبيرة أكثر من 20 غرام للشخص دفعة واحدة لها تأثير قاتل للإنسان (Kamalipour وAkhondzadeh، 2011).

لا تقتصر استخدامات الزعفران على استخدام مياسم الأزهار، إذ يعد الزعفران نباتاً صباغياً هاماً نظراً لغناه بالأصبغة النباتية والتي تتركز في مياسم الأزهار وبتلاتها، حيث تعد مياسم الأزهار غنية بالكروسين المسؤول عن اللون الأصفر المحمر والذي يستخدم غالباً في الصناعات الغذائية، بينما تعد بتلات الأزهار غنية بالأنتوسيانين المسؤول عن اللون البنفسجي إذ يمكن للأنتوسيانين أنَّ يتأكسد إلى فلافونول حيث يتضمن الفلافونويد كل من الفلافونول والفلافول المسؤول عن اللون الأصفر في البتلات (Hosseini وShariatmadar، 1994؛ Isao وIkuyo، 1999) ونظراً لانخفاض سعر البتلات وكونها تنتج في الحقل بكميات كبيرة إذ لإنتاج كيلو غرام واحد من المياسم الجافة نحتاج 78 كيلو غرام من الأزهار الطازجة، والتي تحوي 2170 زهرة و13020 بتلة، ففي إيران مثلاً يتم إنتاج 170 تريليون طن سنوياً من البتلات، لذا اتجهت الدراسات الحديثة للاستفادة من هذه المواد كنوع من الصباغ العضوي الذي يستخدم لصباغة المنسوجات الصوفية بألوان تتراوح ما بين الأصفر وصولاً للبني (Mortazavi وزملاؤه، 2012).

1-7- التسميد العضوي والآزوتي في الزعفران:

تؤدي إدارة التغذية دوراً محورياً في تأسيس حقول الزعفران، وبالتالي فإنّ فهم العلاقة بين التغذية المعدنية والعضوية ودورها في تكوين الكورمات التي تعد وحدة الإنتاج الأساسية خلال المراحل الفينولوجية المختلفة لنمو الزعفران، لاسيما عند إنتاج الزعفران لفترات طويلة (Rezvani

وزملاؤه، 2013؛ Koocheki وSeyyedi، 2015)، سيساعدنا في وضع الآليات المناسبة لزيادة الغلة من الزعفران، حيث أشار Shahandeh (1990) أنَّ 16–80% من محصول الزعفران يعزى إلى متغيرات التربة، في حين أنَّ 1–10% مرتبط بتوفر المياه، وأشار كذلك إلى أنَّ المعايير الكيميائية للتربة مثل محتواها العضوي ومحتواها من الفوسفور المتاح والآزوت المعدني والبوتاسيوم القابل للتبادل ونسبة C / N، هي أكثر العوامل أهمية والتي تؤثر في محصول الزعفران. وبما أنَّ الزعفران هو محصول معمر، فإنّه يتلاءم مع الأسمدة العضوية التي تؤدي دوراً مهماً في هذا الصدد. وقد وجد Behzad وزملاؤه (a1992) أنّه ضمن الترب الفقيرة بالكربون العضوي يصبح توفير السماد العضوي هو العامل الحاسم والمحدد والأهم في تحفيز الإنتاج. فالخواص التي يتميز بها السماد العضوي من خلال الإطلاق البطيء للمغذيات خلال فترة النمو وبقاء أثره لفترة طويلة يمكن أنَّ يكون أهم العوامل التي تعطي للسماد العضوي أهمية في الدورة الزراعية، لاسيما أنَّ الزعفران غالباً ما يبقى في الأرض مدة تتراوح بين 4–8 سنوات مما يجعل الخواص الفيزيائية للتربة ومستوى المغذيات أمراً مهماً (Mollafilabi، 2004)، إذ يؤثر السماد العضوي بشكل مباشر من خلال تقديم المواد المغذية للنبات، وبشكل غير مباشر من خلال تحسين الخواص الفيزيائية، حيث يعمل على تحسين قوام التربة ويحسن قدرتها على الاحتفاظ بالماء، كما يحسن الخواص الكيميائية للتربة بزيادة سعة التبادل الكاتيوني (Bandyopadhyay وزملاؤه، 2010؛ Koocheki وSeyyedi، 2015)، فقد أسهم استخدام السماد العضوي وحده أسهم في الحصول على أكبر متوسط لوزن الكورمة والذي بلغ 11.5غ مقارنة مع خلطات مختلفة من السماد العضوي مع كل من الفوسفور واليوريا (Amiri، 2008). يتكيف الزعفران مع التسميد العضوي الذي يحقق دوراً مهماً في زيادة إنتاج الزعفران، كما أُثبت وأُشير إليه في العديد من الأبحاث (Turhan وزملاؤه، 2007؛ Amiri، 2008)، وأشارت الدراسات السابقة إلى أنَّ التسميد المعدني لم يكن له دور في تحسين المحصول الزهري ما لم يرافقه إضافة أسمدة عضوية، إذ أنَّ للسماد العضوي الأثر الأكبر في زيادة الغلة (Behazd وزملاؤه،

a1992؛ Behnia وزملاؤه، 1999). فقد توصل Turhan وزملاؤه (2007) إلى أنَّ المواد العضوية كان لها نتائج إيجابية على الزعفران من خلال زيادة وزن الأزهار والمياسم والكورمات وحجمها مقارنةً مع الأوساط التي لم تتم إضافة تلك المواد إليها، ففهم العلاقة بين التسميد العضوي والأسمدة المعدنية خلال الفترات الطويلة للزراعة، سيساعدنا في إضافة الأسمدة كماً ونوعاً لتحقيق الاستخدام الأمثل ولاسيما للأسمدة الآزوتية المضافة أثناء الزراعة (Chaji وزملاؤه، 2013؛ Koocheki وزملاؤه، 2014)، إذ يزيد السماد الآزوتي من معدل النمو الخضري وهذا سيؤثر بشكل معنوي في زيادة الإنتاج الكورمي في السنة القادمة، لأنّ زيادة النمو الخضري ستزيد من معدلات الاصطناع الضوئي وزيادة المدخرات الغذائية التي ستنتقل من الأوراق إلى المجموع الكورمي الناشئ على الكورمة الأم، وبالتالي سيسهم في زيادة الغلة من الكورمات، والتي بدورها تنعكس على الإزهار (Amiri، 2008). درس chaji وزملاؤه (2013) تأثير الفوسفور والآزوت في النمو الخضري للزعفران وإنتاج الكورمات ضمن ثلاثة مستويات للفوسفور (0، 35، 75) كغ.هكتار$^{-1}$، وثلاثة مستويات للآزوت (0، 50، 70) كغ.هكتار$^{-1}$، وقد أظهرت النتائج أنَّ زيادة الفوسفور تؤدي لزيادة متوسط وزن الكورمات الناتجة من الكورمة الأم، ولكنها تقلل العدد الكلي الناتج، بينما تظهر نتائج معاكسة لدى تطبيق الآزوت، إذ تؤدي زيادة الكمية المستخدمة لزيادة عدد الكورمات المتكونة على الكورمة الأم، وهذا سيسهم في خفض متوسط وزنها، إذاً لابد من إضافة السماد المعدني بشكل متوازن مع تحديد المستويات المناسبة، بحيث تحقق الهدف من الإنتاج المتوازن من الكورمات من حيث العدد والوزن، وغالباً ما يتم خلط الأسمدة المعدنية والسماد العضوي، إذ أنَّ معظم الأبحاث أكدت أهمية الخلط بين السماد العضوي والآزوتي للإنتاج الجيد من الكورمات، وقد أوضح Kirmani وزملاؤه (2014) في دراسة لاستخدام الآزوت ضمن معدلات مختلفة (0،45،90) كغ.هكتار$^{-1}$ والسماد العضوي ضمن ثلاثة معدلات (0،30،60) طن.هكتار$^{-1}$، أنَّ أعلى إنتاج كورمي تم الحصول عليه لدى استخدام 90 كغ.هكتار$^{-1}$ من الآزوت و60 طن.هكتار$^{-1}$ من السماد العضوي، وكان الإنتاج

الكورمي زهاء 10.26-13.15 طن.هكتار$^{-1}$ وهذا يعني زيادة قدرها 62.97% و79.62% مقارنة مع الشاهد على التوالي، وهكذا نلحظ التأثير المهم للسماد العضوي في الإنتاج الكورمي والذي بدوره انعكس على النمو الزهري والغلة، ولكن للمعرفة دور الأسمدة المعدنية في الإنتاج الزهري أجرى Behzad وزملاؤه (a1992) دراسة امتدت لثمان سنوات لمقارنة التأثيرات المختلفة للدمج بين السماد المعدني NPK من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم مع السماد العضوي ذو المنشأ البقري، ووجد أنَّ للآزوت التأثير الأكبر في زيادة الغلة من الأزهار، كما وجد أنَّ لإضافة كل من الفوسفور والبوتاسيوم إلى الآزوت تأثير قليل ولم تكن له دلالة إحصائية معنوية في زيادة عدد الأزهار. ولكن ضمن هذه الدراسة وجد أنّه في الترب الفقيرة بالكربون العضوي لايعد الآزوت العامل ذو التأثير الأكبر، بل يصبح السماد العضوي هو العامل الحاسم والأهم في تحفيز الإنتاج. وفي دراسة أخرى لـــ Behzad وزملاؤه (b1992) والتي أجريت بغرض دراسة تأثير المستويات المختلفة لليوريا وفوسفات الأمونيوم مع السماد العضوي البقري وجد أنَّ استخدام مقدار 100 كغ.هكتار$^{-1}$ من اليوريا له التأثير الأكبر في زيادة عدد الأزهار، ولكن زيادة تطبيق اليوريا أدت إلى انخفاض الغلة من الأزهار، ووجد أنَّ إضافة 30 طن.هكتار$^{-1}$ من السماد العضوي مع 50 كغ.هكتار$^{-1}$ من فوسفات الأمونيوم أدى إلى زيادة غير معنوية في الغلة، ولم يكن لاستخدام السماد الآزوتي والمستويات المختلفة منه فقط تأثيرات معنوية في نمو وإنتاج نبات الزعفران بل أنَّ لنوع السماد الآزوتي المستخدم له أثر أيضاً في النمو والإنتاج فقد وجد Unal وCavusoglu (2005) لدى استخدام مصادر مختلفة من الآزوت هي نترات الأمونيوم (37%)، سلفات الأمونيوم (21%)، يوريا (46%)، نترات أمونيوم الكالسيوم (35.5)% بالإضافة للشاهد والتي أضيفت للحقل بمقدار واحد هو 6 كغ.دونم$^{-1}$ كوحدات صافية من الآزوت، بعد 25 يوماً من الزراعة وبعد أنَّ أضيف في بداية الزراعة السماد المتوازن NPK بمعدل (15،15،15) بمقدار 4 كغ.دونم$^{-1}$ وجد أنَّ أعلى عدد من الأزهار تم الحصول عليه من استخدام اليوريا، في حين أنَّ أقل عدد من الأزهار كان لدى الشاهد، ولم يكن

للمصادر السمادية المختلفة لعنصر الآزوت تأثير معنوي في طول الأوراق الناتجة، وكانت أكبر غلة جافة ورطبة من المياسم قد ظهرت في التسميد باستخدام اليوريا، بينما ظهرت أقل غلة جافة من المياسم في معاملة فوسفات الأمونيوم. إنّ معظم الدراسات حول تأثير التسميد في إنتاج نبات الزعفران تشير إلى أنَّ الأسمدة المعدنية وحدها لم يكن لها أثر في تطوير الإنتاج الزهري مالم يرافقها السماد العضوي (Behzad وزملاؤه، 1992a؛ Behnia وزملاؤه، 1999؛ Unal وCavsuglo، 2005). وبغرض معرفة السماد صاحب الأثر الأكبر في الإزهار حاول Jahan وJahani (2007) تحديد أثر كل نوع معدني من الأسمدة الثلاثة الآزوتي والفوسفوري والبوتاسي لسماد NPK وخلائطها وأثر كل نوع من الأسمدة العضوية فاستخدمت الأسمدة المعدنية كالتالي: N، P، K، NP، NK، PK، NPK وفق الكميات التالية 50، 30، 30، 48، 48، 36، 66 كغ.هكتار$^{-1}$ على التوالي، كما كانت كميات الأسمدة العضوية المختلفة 12طن. هكتار$^{-1}$ سماد بقري، 8 طن.دونم$^{-1}$ سماد عضوي من غنم، 4 طن.دونم$^{-1}$ سماد زرق الدجاج المتخمر، وجد أنَّ أعلى عائد من الأزهار كان في معاملة السماد العضوي البقري المنشأ، بينما أخفض عدد كان لدى استخدام السماد الآزوتي وحده أو لدى استخدام خليط الفوسفور والبوتاسيوم، وكانت أعلى غلة جافة من المياسم بمقدار 0.09غ.م$^{-2}$ لدى استخدام السماد العضوي البقري وأخفض وزن 0.04غ.م$^{-2}$ كان لدى استخدام خليط البوتاس مع الفوسفور، بينما كان أعلى وزن جاف للأزهار في معاملة NPK ولكن الغلة الجافة من المياسم أكثر ارتباطاً بعدد الأزهار منها بالوزن الجاف للأزهار، ولكن لابد من ملاحظة أنَّ تطبيق مستويات مختلفة من السماد الآزوتي سينتج عنها تأثيرات مختلفة في نمو النبات والغلة من الأزهار والكورمات ولاسيما عند استخدامه ضمن مستويات مختلفة من السماد العضوي (Emam وزملاؤه، 2012)، كما ستتنوع ردود فعل الزعفران للمستويات المختلفة لليوريا تبعاً لاختلاف منطقة الدراسة، فعند استخدام الزعفران بأربعة مستويات مختلفة هي 23، 46،34، 57 كغ.هكتار كوحدات صافية، وضمن ثلاث مناطق مختلفة هي جوناباد Gonabad وبورون Boroon

وإسلامية Eslamieh جميعها في محافظة خورسان في إيران كان المتوسط الأفضل للاستخدام 46 كغ.هكتار$^{-1}$ (Rezaian وForouhar، 2004) من هنا لابد من تحديد الاستخدام الأفضل للأسمدة من حيث معدل إضافة اليوريا والأسمدة المعدنية والسماد العضوي تبعاً لطبيعة التربة ومناخ المنطقة.

1-8- تأثير وزن الكورمة:

يعد وزن الكورمة عاملاً محدداً للقدرة الكامنة للكورمة على الإزهار (Kumar وزملاؤه، 2009؛ Khan وزملاؤه، 2011)، فزيادة وزن الكورمة الأم يؤدي إلى زيادة عدد النموات الناتجة منها، وبالتالي زيادة عدد الأزهار، وكذلك إعطاء عدد أكبر من الكورمات الناتجة من الكورمة الأم (Omidbaigi وزملاؤه، 2002؛ Turhan وزملاؤه، 2007)، وتتحسن نوعية المياسم المنتجة من خلال التأثير في نسبة المكونات الفعالة المسؤولة عن اللون والنكهة والرائحة (Omidbaigi، 2005).

تعدّ العلاقة بين وزن الكورمة الأم وعدد الأزهار الناتجة وعدد ووزن الكورمات المتكونة علاقة ارتباط إيجابية وبالتالي فإنّ ذلك يؤسس لإنتاج أكبر في العام التالي من حيث غلة الأزهار والكورمات (Sadeghi، 1994).

يشكل الحصول على الكورمات المطلوبة كماً ونوعاً أحد أهم أهداف الإنتاج، فلا تقل جودة الكورمات من حيث المحيط والوزن والقدرة على الإنبات والحيوية أهمية عن معدل الإكثار، إذ يؤدي وزن الكورمة الأم دوراً حاسماً في الإنتاج، حيث يجب أنَّ يكون وزن الكورمة أعلى من حد أدنى معين وذلك لكي تتم عملية إنتاج الأزهار، وأوضح Kumar وزملاؤه (2009) أنّنا بحاجة إلى كورمات أكبر من 7.3 غرام للحصول على زهرة، لضمان إنتاج الأزهار، ويبدو تجارياً أنَّ الكورمات التي يتراوح وزنها بين 8-16غ تمثل الوزن الأكثر شيوعاً للكورمات المستخدمة في الزراعة (Kumar وزملاؤه، 2009)، وحتى ضمن هذا المجال وجد McGimpsey وزملاؤه (1997) أنَّ 40% من الكورمات فشلت في الإزهار في موقعين هما كلايد Clyde ومركز أورتيغا

Central Otago، 46% فشلت في الإزهار في الموقع الثالث Hamilton، علماً أنَّ الكورمات المزروعة في التجربة كانت 14غ، وبشكل مماثل وجد Agayev وزملاؤه (2009) أنَّ 37% و18% من الكورمات لم تزهر في الموسم الأول والثاني على التوالي، وقد اعتبرت تلك النسبة ظاهرة غير عادية وغير مفسرة بالنسبة لكورمات يزيد وزنها عن 8غ، وذكر De Mastro و Ruta (1993) أنَّ زيادة وزن الكورمة يؤدي إلى زيادة إنتاج الأزهار، كما وجد Douglas وزملاؤه (2014) أنّه لم يكن لوزن الكورمة المستخدمة في الزراعة أثر محدود في الموسم الواحد فقط، بل كان لوزن الكورمة أثر خلال المواسم المتتالية، فقد ارتفعت نسبة الإزهار لدى الكورمات التي تروح وزنها بين 10–15غ من 0.97 إلى 4.32 إلى 20.48 زهرة. نبات$^{-1}$ بتوالي المواسم من الأول للثالث، وتوافقت زيادة الأزهار مع زيادة الغلة، كما لاحظ ارتفاع في نسبة الإزهار لدى الكورمات التي تراوح وزنها بين 6–10غ من 0.45 إلى 2.65 إلى 16.89 زهرة. نبات$^{-1}$ بتوالي المواسم من الأول للثالث، ولاحظ أنَّ الكورمات التي يقل وزنها عن 6غ ولم تزهر بتاتاً في الموسم الأول ووصل إزهارها إلى 0.53 زهرة.نبات$^{-1}$ في العام الثاني وبلغ عدد الأزهار في الموسم الثالث 3.9 زهرة.نبات^{1}.

أكد Khan وزملاؤه (2011) أنَّ لوزن الكورمة الأم تأثير أعمق يتعدى إنتاج الأزهار ليصل إلى سلوك الكورمة الأم في إنتاج كورمات بنات ذات وزن اقتصادي قادر على إنتاج الأزهار، حيث أعطت الكورمات الأم الكبيرة زيادة في مجموع وزن الكورمات الناتجة بنسبة 16.6% مقارنة بالكورمات ذات الوزن الأصغر وذلك في تجربة Gresta وزملاؤه (2008) التي استخدموا فيها وزنين للكورمات هما 7–16غ و 16–31غ، هكذا يلاحظ من كافة الأبحاث السابقة تأكيدها على تأثير ارتفاع وزن الكورمة في زيادة الإنتاج.

1-9- عمر الحقول:

يعد عمر الحقول المزروعة بالزعفران، وإدارة التغذية المعدنية أهم العوامل المؤثرة في الإنتاج، ففي البلدان المنتجة للزعفران بشكل كبير وتقليدي مثل إيران، يحافظ المزراعون على الكورمات ضمن الحقول دون تجديد مدة عشر سنوات (Negbi وزملاؤه، 1989؛ Behnia وزملاؤه، 1999؛ Kafi وزملاؤه، 2002). فقد وجد Khozaei وزملاؤه (2015) في دراسة لتأثير زراعة الزعفران لعشر سنوات متتالية في الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة، مستخدماً مستويات مختلفة من الري ومسمداً فقط بالسماد العضوي ولمرة واحدة بمعدل 22 طن.هكتار$^{-1}$ أنَّ هناك زيادة في العدد الكلي للكورمات بدءاً من العام الأول وحتى العام السادس، ليعود بعدها العدد الكلي للكورمات للانخفاض، وقد وجد Mollafilabi (2004) في دراسة في محافظة خوراسان شمال إيران أنَّ تقصير متوسط عمر المزارع من 8 سنوات إلى 4-5 سنة سوف يزيد الكفاءة الإنتاجية ومكونات الغلة لمحصول الزعفران، ويُعتمد في إيطاليا الزراعة السنوية للحقول بشكل واسع من قبل المزراعين، فلم يحدد في إيطاليا طول الدورة الزراعية الأمثل للحقول بشكل دقيق، وتشير الدراسات الحديثة إلى أنَّ نمو النباتات والإزهار والإنتاج سيكون ناجحاً عندما تعتمد دورة زراعية مدتها عامين بينما، في حال اتباع دورة زراعية مدتها أربع أعوام فإنّ الغلة من المياسم سوف تنخفض في الموسم الثالث، ويزيد انخفاضها وبشكل ملحوظ بعد السنة الرابعة (Temperini وزملاؤه، 2009)، ولكن تعتمد في الوقت نفسه في االزراعة التقليدية في إيران والتي تعد أكبر المنتجين عالمياً دورات أطول وهذا ما يشير لتناقض كبير.

أكدت العديد من الأبحاث أنَّ لتقدم عمر الزراعة الحقلية تأثيرات كبيرة في الإنتاج الزهري والكورمي، فقد وجد Douglas وزملاؤه (2014) أنَّ أعلى إنتاج من المياسم كان في الموسم الثالث، فقد تضاعف الإزهار ليقدر بـــ 7.3 ضعف مقارنة بالموسم لأول، وفي الموسم الثاني تضاعف الإزهار بمقدار 5، وتزايد متوسط الإنتاج بالشكل التالي 0.23-1.95-4.34غ.م$^{-2}$ على التوالي من

السنة الأولى إلى الثالثة، وكذلك حصل Tookalloo وزملاؤه (2010) في الموسم الثاني على ثلاثة أضعاف الإنتاج عنه في الموسم الأول وذلك نتيجة زيادة عدد الكورمات الخصبة القادرة على إنتاج الأزهار بتوالي المواسم، ولم يكن للمواسم تأثير في الإنتاج الزهري فقط بل كان لها أيضاً أثراً في مقاييس الإنتاج الكورمي فقد وجد Mc Gimpsey وزملاؤه (1997) أنَّ هناك زيادة في الوزن الكلي من الكورمات الناتجة في وحدة المساحة مقارنة مع الوزن الأصلي للكورمات المزروعة والذي وصل في الموسم الثالث إلى 11–15 ضعفاً مقارنة بالموسم الأول، بينما لاحظ Khozaei وزملاؤه (2015) في دراستهم لتأثير زراعة الزعفران لعشر سنوات متتالية أنَّ إنتاج الكورمات في مواسم متتالية في المساحة الزراعية نفسها سوف يزيد المنافسة بين الكورمات على المساحة الزراعية وعلى المغذيات الموجودة في التربة، ولهذا فإنّ عدد ووزن الكورمات الكبيرة التي تفوق 8غ سوف تنخفض من السنة الأولى حتى العاشرة، وفي الوقت نفسه سوف يزداد عدد ومجموع ووزن الكورمات الصغيرة من 1–4غ ومتوسطة الوزن (>4–8)غ من السنة الأولى حتى الخامسة ليعود بعدها وينخفض العدد الكلي للكورمات.

تنمو الكورمات الجديدة فوق الكورمات القديمة وبالتالي فإنّها سوف تزحف نحو سطح التربة بمعدل 1–2 سم سنوياً، ولذا ستصبح الطبقة من التربة التي تعلو الكورمات ضئيلة، لهذا يتم رفع المحصول وتجديد زراعة الحقول كل 4 سنوات تقريباً في إسبانيا، بينما قد تبقى في الحقول غير المروية حتى 12 عام وأكثر، كما هو الحال في كشمير (Rangahau، 2003)، وهكذا نلحظ التناقض بما يخص العمر الأمثل للحقول المزروعة بالزعفران وقد ذكرنا سابقاً أنَّ هذا يعود لاختلاف العوامل البيئية وإدارة التغذية المعدنية والعضوية وغيرها من عمليات خدمة المحصول.

1-10- الزراعة بدون تربة:

1-10-1- نظم الزراعة بدون تربة وتقنياتها:

تقسم أنظمة الزراعة بدون تربة حسب طريقة استخدام المحلول المغذي إلى أنظمة مغلقة (Closed Systems)، حيث يعاد استخدام المحلول المغذي المنصرف من بيئات الزراعة، وأنظمة مفتوحة (Open Systems) وهي أنظمة التي لا يعاد فيها استخدام المحلول المغذي المنصرف من بيئات الزراعة إذ يستخدم المحلول المغذي لمرة واحدة فقط.

وتقسم حسب طبيعة وسط الزراعة إلى:

- ❖ المزارع المائية (Hydroponics) حيث يعتمد هذا النظام على زراعة النباتات في قنوات بلاستيكية تصمم بانحدار محدد بحيث ينساب خلالها المحلول المغذي على شكل طبقة رقيقة تنمو فيها جذور النباتات.
- ❖ المزارع الهوائية (Aeroponics) وفيها تنمو جذور النباتات معلقة في الهواء وتحصل على احتياجات النمو من خلال رش المحلول المغذي في صورة ضباب دورياً داخل المنطقة المخصصة لنمو الجذور.
- ❖ مزارع البيئات (Substrate culture) وفيها تنمو جذور النباتات في أحد الأوساط الصلبة (Savvas وزملاؤه، 2013).

تعد الزراعة المائية من أكثر نظم الزراعة بدون تربة استخداماً على النطاق التجاري والتي تصنف اعتماداً على التقنية المطبقة إلى: تقنية الغشاء المغذي (NFT) Nutrient Film Technique، تقنية الطفو Floating Technique، تقنية الخاصة الشعرية Capillary Action Technique، تقنية الفيض أو التدفق العميق (DFT) Deep Flow Technique، وتقوم هذه التقنية على غمس كامل الجذر في المحلول المغذي هو وباختصار عبارة عن أنابيب قطرها 10 سم لديها فتحات من الأعلى توضع فيها النباتات ضمن أوعية بلاستيكية، ينطلق المحلول المغذي من خزان

يوضع بجانب النظام ويدخل الأنابيب ثم يعود إلى الخزان مرة أخرى لكي ينطلق من جديد، يعاد ضبط المحلول المغذي يومياً لينطلق مرة أخرى (نظام مغلق)، أو يستبدل كل يومين دون تعديل (نظام مفتوح). تكون الأنابيب منظمة بشكل خطوط متوازية، تعتمد المسافة بين الأنابيب وبين الفتحات في الأنبوب على نوع النبات. أما النباتات فتزرع في أوعية بلاستيكية (أصص) ذات فتحات جانبية عديدة ثم نضع تلك الأوعية في الفتحات الموجودة في الأنابيب. يمكن تعبئة الأوعية بمواد عديدة منها البتموس، البرلايت وغيرها ولكن يمكن استعمال بعض الأكواب البلاستيكية بعد إحداث ثقوب صغيرة في جوانبها بدلاً من الأوعية البلاستيكية، ولتيسير تدفق المحلول المغذي في الأنابيب يتم تركيب الأنابيب بشكل تكون فيه مائلاً قليلاً، ولهذا فإنها يجب أنّ تكون مائلة بمقدار 7.5 سم كل 30 متراً. ويعاد استخدام هذه الأنابيب في الزراعة بعد تعقيمها بهيبو كلوريد الصوديوم، تتحقق التهوية اللازمة للمحلول المغذي في هذه النوعية من المزارع أثناء مروره من الأنابيب إلى خزان المحلول أو بتزويد خزان المحلول المغذي بمضخة تهوية، ويساعد وضع عدد من الحواجز في طريقه إلى زيادة اختلاطه بالهواء وهو النظام المتبع في التجربة (حداد وعبيد، 2010).

تتعدد البيئات التى يمكن إستخدامها في الزراعة وتختلف تبعاً لخواصها الطبيعية و الكيميائية، فمنها بيئات عضوية مثل: البيتموس، قش الأرز، ألياف النخيل، ألياف جوز الهند، ومنها بيئات غير عضوية مثل: البيرلايت، الفيرميكولايت وغيرها. وقد تستخدم هذه البيئات بصورة مفردة كبيئة لنمو النباتات، أو قد يتم عمل خلطات من أكثر بيئة أو ما بين أحجام مختلفة من البيئات نفسها فيعطي مواصفات جديدة للبيئة. وكل ذلك يعطي مدى واسع من البيئات التي تلائم نمو عدد كبير من النباتات وأنواع مختلفة منها (الخضار، الزينة، بعض أشجار الفاكهة)، وللزراعة ضمن الأوساط الصلبة تقنيات عديدة، منها تقنية الطاولات، تقنية المراقد، تقنية طاولات الأصص، تقنية الحاويات، تقنية الأكياس المعلقة، تقنية الجيوب الجدارية وغيرها من التقنيات. إنّ الأوساط المستخدمة فى نظام

الزراعة بدون تربة هي بيئات خفيفة الوزن ومعقمة ولا تحتوي على أي أملاح ولا تتفاعل مع ماء الري أو المحاليل المغذية حتى لا تغير من التركيب الكيمائي للبيئة (Olympios، 1999).

1-10-2- زراعة الزعفران بدون تربة:

إنّ ارتفاع تكاليف اليد العاملة في البلدان المتقدمة وإنتاجيته المحدودة ضمن الحقول هي المحرك الأساسي نحو زراعة الزعفران بدون تربة، حيث أنّه بالرغم من تزايد الطلب على الزعفران في الأسواق الدولية، إلا أنَّ المساحات المزروعة بالزعفران ضمن الدول المتقدمة قد بدأت بالتناقص، حيث تسببت زيادة الإنفاق على اليد العاملة بخسائر فادحة في الإنتاج في العقود الأخيرة في الدول المتقدمة مثل إسبانيا واليونان وإيطاليا (Galiano وPegna، 1999)، في الوقت الذي تزدهر فيه زراعة الزعفران في البلدان النامية وعلى رأسها إيران والتي تعتمد نظام الزراعة الحقلية (Agronomy Statistics، 2019). لذا اتجهت الأبحاث لتطوير تقنيات إنتاج جديدة لهذه الزراعات في العديد من البلدان، بهدف زيادة إنتاجية الزعفران وجودته، وتقليل تكاليف الإنتاج، كما جرت محاولات لتعديل وتنظيم الإزهار، وقد اقترحت زراعة الزعفران في أنظمة الزراعة بدون التربة والتي من أهم ميزاتها تخفيض العمالة مع إمكانية تطبيق التكثيف الزراعي لهذا المحصول لرفع العائد من وحدة المساحة (Maggio وزملاؤه، 2006؛ Caser وزملاؤه، 2019). وعلى الرغم من الاهتمام المتزايد بطرق الزراعة بدون تربة إلا أنَّ المعلومات والأبحاث المتوفرة حول زراعة الزعفران بهذه الطريقة لا تزال قليلة للغاية حتى الوقت الحاضر، حيث أنَّ الأبحاث فيها محدودة ومثيرة للجدل، فقد أظهرت دراسة Maggio وزملاؤه (2006) في جنوب إيطاليا أنَّ زراعة الزعفران في بيوت زجاجية باردة في كل من الفيرميكوليت والبيرلايت والبتموس تؤثر إيجابياً في الغلة من المياسم وفي عدد الكورمات المتكونة على الكورمة الأم فقد كان العائد من مياسم الزعفران لكل كورمة 42 و47 ملغ في البرلايت وعلى مزيج البتموس والبيرلايت على التوالي، وكان محصول الزعفران نحو 22.5 كغ.هكتار$^{-1}$ وهو أعلى بكثير من الغلة التي تم الحصول عليها في إنتاج الحقول

الإيطالية التقليدية المفتوحة والتي وصلت 10 كغ.هكتار$^{-1}$ (Bullitta وزملاؤه، 1996)، وبالمثل وجد Helal Beigi وزملاؤه (2009) أنَّ ألياف جوز الهند والبرلايت تعزز الوزن الجاف للكورمات، بينما خلص كل من Souret وWeathers (2000) وMollafilabi وزملاؤه (2013) في تجارب الزراعة بدون تربة التي أجريت في فرنسا وإيران أنَّ هناك انخفاضاً ملحوظاً في محصول التوابل بالمقارنة مع الزراعة في الحقول المفتوحة.

لا يقتصر تأثير تقنية الزراعة والوسط على إنتاج الأزهار بل يتعداها ليؤثر في عدد ووزن وقطر الكورمات، فقد درس Bullitta وزملاؤه (1996) تأثير نظام الزراعة بدون تربة للزعفران في إسبانيا، ووجد أنَّ عدد الكورمات الجديدة المتكونة على الكورمة الأم في البيرلايت أعلى بكثير بالمقارنة مع مزيج البتموس والبيرلايت، وفي المقابل فإنّ مزيج البتموس والبرلايت أدى لزيادة وزن وقطر الكورمات، وقد درس srouet وWeathers (2000) إنتاج الزعفران التجاري في ثلاثة أنظمة زراعية هي الهوائية والمائية والتربة، ووجدا أنَّ نمو الكورمات زاد في نظام الزراعة الهوائية والمائية مقارنة مع النمو في التربة، ولاحظا أنَّ تركيز المكونات الرئيسية للزعفران في المياسم متشابه في نظم الزراعة الثلاثة، مما يشير إلى أنَّ كورمات الزعفران التي تزرع بالهواء والزراعة المائية يمكن أنَّ تستخدم كمصدر عملي ومتجدد للمركبات الدوائية المستخرجة من الزعفران.

كما أظهرت نتائج Mollafilabi وزملاؤه (2013) أنَّ وزن الكورمات ونوع وسط النمو وزمن حصاد الكورمات ورفعها من الوسط له تأثير كبير في العائد الاقتصادي للزعفران من الأزهار المقطوفة والوزن الجاف للمياسم والوزن الطازج للأزهار، فقد تم الحصول على أعلى محصول اقتصادي من الزعفران في حالة وزن الكورمات 10غ المزروعة على البتموس لدى قلعها في منتصف تموز، حيث قدرت الغلة بـــ 5.2غ.م$^{-2}$ ويمثل هذا العائد 11 ضعف متوسط العائد في الحقول التقليدية، كماصنفت المياسم أنَها ذات نوعية ممتازة من حيث محتوى البيكروكروسين

والسافرنال والكروسين عند زراعتها في البتموس في ظل الظروف المتحكم بها وذلك باستخدام معيار ISO القياسي 3632.

وقد أكد Maggio وزملاؤه (2006) أنَّ نظم الزراعة بدون تربة تمثل بديلا قيماً في مجال إنتاج الزعفران في النظام المفتوح بناء على نتائجه. كما تطورت الدراسات الخاصة بالزراعة المائية للزعفران لتدرس تأثير العناصر الداخلة في تركيب محلول هوغلاند المغذي والمستخدم بشكل عام في الزراعة المائية، فقد وجد Soroosh‌zadeh وTabibzadeh (2015) أنَّ لتراكيز عنصر النحاس ضمن المحلول المغذي تأثيرات سمية في الجذور، لذلك قام بزراعة الكورمات باستعمال ثلاث تراكيز هي (Mμ20−5−0) ضمن وسط من البرلايت فوجد أنَّ تركيز 5 Mμ له تأثير محفز لنمو الجذور ولنمو المجموع الخضري، في حين أنَّ تركيز $M\mu 20$ كان له تأثير سمي يسبب في انكماش الجذور، وتأخر في نمو المجموع الخضري.

1-11- إكثار الزعفران بزراعة النسج:

يعد الزعفران نبات ثلاثي الصيغة الصبغية عقيم غير قادر على إنتاج البذور، لذا لا توجد فرص للتحسين الوراثي عبر الإكثار الجنسي، حيث يتم تكاثره خضرياً فقط، وذلك باستخدام الكورمات، وهو ما يشكل عائقاً رئيسياً في إحداث تحسينات وراثية للزعفران. كما أنَّ معدل إكثاره منخفض، إذ تنتج الكورمة الكبيرة والتي تزيد عن 8غ من ثلاث إلى أربع كورمات صغيرة الحجم، والتي تستغرق من 2 إلى 3 مواسم لتحقيق إزهاراً جيداً كماً ونوعاً المطلوب للإزهار، عدا عن تعرض النبات في الحقل لعفن الفيوزاريوم، القوارض، وغيرها من الأمراض التي تسبب خسارة تجارية إلى حد كبير (Sharma وزملاؤه، 2019) وبسبب عدم القدرة على الإكثار الجنسي وانخفاض معدلات الإكثار الخضري، يبدو أنَّ الانتشار الواسع بواسطة طرق زراعة الأنسجة هو المفتاح للتنمية الفعالة لزراعة الزعفران، من حيث الحصول على أعداد كبيرة من النباتات، بالإضافة للتحسينات الوراثية القابلة للحدوث عبر تقنيات الزراعة النسيجية، ولكن بشكل عام يعد إكثار

الزعفران عن طريق زراعة الأنسجة عملية صعبة لأنَ الزعفران نبات وحيد الفلقة، وبشكل عام تعد تقنية زراعة الأنسجة في النباتات وحيدة الفلقة أكثر صعوبة مقارنة بالنباتات ثنائية الفلقة (wang وNguyen، 1990؛ Kamo وزملاؤه، 1990)، كما يعد التلوث مشكلة حقيقية أثناء الإكثار الخضري الدقيق للنباتات أحادية الفلقة، خصوصاً إذا تم استخدام الأجزاء الأرضية مثل الكورمات والأبصال والريزومات والدرنات كمصدر للعزلات النباتية المستخدمة في طور الزراعة الأولية، هذا بالإضافة إلى مشاكل تتعلق بحجم الجزء النباتي المستخدم ومشاكل تتعلق بالأضرار الميكانيكية وبدخول هذا النبات بطور سكون، كلها مشاكل تعترض زراعة الأنسجة وتقف عائقاً أمام نجاحها وانتشار زراعتها (Yildirim، 2007؛ المعري، 2018).

نجحت العديد من الدراسات في تحقيق التعضي المباشر وغير المباشر بغية إعادة إكثار الزعفران وتجديده الفعال باستخدام مجموعة متنوعة من الخزعات المأخوذة من النبات، ويتضمن التعضي غير المباشر التمايز إلى أعضاء مختلفة مثل البراعم و/أو الجذور مروراً بالكالس. ولا يتضمن تكوين الأعضاء المباشر الكالس كوسيط، وبالتالي يتم تطوير الأعضاء المختلفة مباشرة من الأنسجة، فالطريق غير المباشر للتعضي يعد طريقة فعالة في الحصول على نباتات معدلة وراثياً، بينما إذا كان الهدف هو الإكثار الخضري الدقيق فإنَ التعضي المباشر دون المرور بالكالس يعد الطريق الأمثل. كانت أول المحاولات للزراعة النسيجية للزعفران من قبل Ding وزملاؤه، 1979، 1981 الذين حاولوا إكثار الزعفران باستخدام طرق التعضي المباشر وغير المباشر من خلال المرور بالكالس مستخدماً وسط MS موراشيج وسكوج مع IAA و2,4-D مع بعضهما أو كل منهما لوحده، وقد استطاع Homes وزملاؤه (1987) الحصول على كورمات جديدة بدءاً من زراعة 8/1 كورمة مستخدماً الطريق المباشر، كما تمكن Ilahi وزملاؤه (1987) من الحصول على كورمات كاملة وذلك باستخدام طريق التعضي غير المباشر حيث حصل على كالس بدءاً من أجزاء من

الكورمة وتمايزت بدءاً من الكالس البراعم وأثناء النقل المتكرر على بيئة موراشيج وسكوج المدعمة بالأكسين والستوكينين وحليب جوز تم الحصول على الكورمات الكاملة.

درس Zeybek وزملاؤه (2012) إكثار الزعفران ضمن هذين الطريقين باستخدام بيئة موراشيج وسكوج مع منظمات نمو مختلفة حيث وجد أنَّ أفضل وسط لتكوين الكالس كان باستخدام 0.25 من 2,4D و1ملغ.ل$^{-1}$ من BAP وظهرت أعلى نسبة لتكون النموات باستخدام 1.5ملغ.ل$^{-1}$ من بنزيل أمينو بورين 1–6benzyl amino purine (BAP)، أما ضمن الطريق المباشر فكانت أعلى نسبة مئوية لتكون النموات قد ظهرت باستخدام 1ملغ.ل$^{-1}$ من BAP، وتكون أعلى عدد من الكورمات ضمن الطريقين باستخدام 1 ملغ.ل$^{-1}$ من IBA، وهناك دراسات أخرى، توجهت نحو إنتاج الكورمات عن طريق تكوين الأجنة الجسمية، باستخدام وسط MS موراشيج وسكوج الذي يحتوي على TDZ وpicloram (Devi وزملاؤه، 2011)، تنوعت الخزعات المستخدمة في إكثار الزعفران مخبرياً، حيث استخدم البعض أجزاء من الكورمة بينما استخدم آخرون أجزاء من النموات والورقة نظراً لسهولة توافرها، بالإضافة لانخفاض معدلات التلوث داخل هذه الأجزاء، كما فضل باحثون آخرون استخدام الأجزاء الزهرية مثل المبيض أو المياسم أو استخدام البرعم كاملاً (Ahmad وزملاؤه، 2014).

برزت العديد من النجاحات في مجال إكثار الزعفران بطرق التعضي غير المباشر مروراً بالكالس، كان آخرها دراسة Chib وزملاؤه (2020) الذي استطاع تحقيق معدل تضاعف أكثر من 70% للكالس، تم استحصال الكالس بدءاً من شرائح كورمات الزعفران التي خضعت لإجراء تعقيم من خطوتين، ونمت على وسط MS مكمل بـ 0.5 ملغ.ل$^{-1}$ 2,4-D و1ملغ.ل$^{-1}$ من BAP و1ملغ.ل$^{-1}$ من IAA، وفترة ضوئية تبلغ 8/16 ساعة و45% رطوبة نسبية عند 20 ±2 درجة مئوية. تم تكوين الكورمات في المختبر في 8 أسابيع باستخدام أجنة جسمية ناضجة على وسط MS مكمل بـ 0.5 ملغ.ل$^{-1}$ TDZ + 1ملغ.ل$^{-1}$ IAA +0.1 غ.ل$^{-1}$ فحم نشط عند 15 ±2 درجة مئوية،

ترواح عدد الكورمات الناتجة بين 0.2–6.8 كورمة، وحصل على أعلى أعداد وذلك باستخدامه 0.5 ملغ.ل$^{-1}$ من TDZ و1 ملغ.ل$^{-1}$ من نفتالين أستيك أسيد NAA α-naphthalene acetic acid و40 غ.ل$^{-1}$ من السكروز، ولكن انطلاقاً من توجهات بحثنا فإنَ الهدف المطلوب هو إكثار الزعفران دون تحورات وراثية، لذا كان لابد من اتخاذ طريق التعضي المباشر، وفي هذا المضمار توجه Karaoglu وزملاؤه (2007) إلى إكثار الزعفران عن طريق التعضي المباشر حيث تم زراعة خزعات مختلفة: براعم مأخوذة من الكورمات التي تم تعقيمها، كورمات كاملة ذات قياس أصغر من 5مم، نموات، مياسم، مبيض أو قواعد زهرية من أزهار ناضجة وغير ناضجة، تمت زراعة الخزعات على أوساط مغذية مختلفة مكملة بتركيزات مختلفة من منظمات نمو النبات وقد نجح بالحصول على كورمات جديدة من خلال الزراعة على وسط MS مضاف له 2 ملغ.ل$^{-1}$ من بنزيل أمينو بورين BAP (benzyl amino purine 6–1) و0.5 ملغ. ل$^{-1}$ من نفتالين أستيك أسيد NAA وقد استغرق الحصول على الكورمات الجديدة 6 أشهر من الزراعة، ومن ثم تم الاحتفاظ بالكورمات الجديدة عند درجة حرارة 5مْ لمدة 5 أسابيع ثم زرعها في خليط البتموس والبرلايت. وقد فشل في الحصول على كورمات جديدة من المياسم وكذلك من الأوراق حتى بعد فترة طويلة من الزراعة، ومع ذلك تم الحصول على أجنة جسمية من القواعد الزهرية الناضجة على وسط MS مضافاً لها 1 ملغ.ل$^{-1}$ BAP و 1 ملغ.ل$^{-1}$ NAA.

إن العديد من الأبحاث الخاصة بالإكثار الخضري الدقيق عن طريق التعضي المباشر تظهر انخفاضاً في معدلات إكثار الكورمات الناتجة عبر هذه الزراعة، إذ أكد Cavusoglu وزملاؤه (2013) أنَّ عدد الكورمات الناتجة من الخزعة المؤلفة من برعم قمي وجانبي معاً ترواح ما بين 1–1.7 كُريّمة. خزعة$^{-1}$ وقد استطاع الحصول عليها خلال 4 أشهر، كما لاحظ Karaoglu وزملاؤه (2007) أنَّ ظهور النموات وكذلك تطورها كان بطيئاً حيث احتاج 16 أسبوعاً، وبالنهاية تم الحصول على كورمة أو كورمتين من الخزعة، مما لا يتماشى مع الأهداف التي تصبو للإكثار، ولكنها تعد

وسيلة جيدة في الحفظ، وكانت نتائج Mir وزملاؤه (2014) أكثر إيجابية حيث حصل على أكبر عدد من الكورمات (10) كُرّيمة.خزعة$^{-1}$ بوزن (1.54 غ) وذلك باستخدام MS + 2 ملغ.ل$^{-1}$ من BAP +0.5 ملغ.ل$^{-1}$ منNAA+ 1.5 ملغ.ل$^{-1}$ من paclobutrazol يليه متوسط 8.8 ميكروكروم microcorms مع متوسط وزن 1.34 غ على أوساط G-5 + 2 ملغ.ل$^{-1}$ منBAP +0.5 ملغ.ل$^{-1}$ من NAA+ 1.5 ملغ.ل$^{-1}$ من paclobutrazol باكلوبوترازول، ولكن ضمن دراسات الإكثار الخضري الدقيق تمكن Parray وزملاؤه (2012) من وضع بروتوكول كامل لإنتاج كورمات الزعفران في ظروف المخبر وصولاً للإزهار في البيت الزجاجي، وقد توصل إلى أكبر عدد من الكُريّمات (Microcrom) والتي قدرت 70±30 كُريّمة للعزلة (Explant) حيث تمت الزراعة على MS 2/1 موراشيج وسكوج مع مكمل بمقدار (20) ميكرومول TDZ، و10 ميكرومول من IAA إندول أستيك أسيد وحمض الخليك والسكروز 40 غ.ل$^{-1}$. ولكن كانت الكُريّمات صغيرة غير مكتملة النمو احتاج نقلها للعديد من الأوساط لإيصالها إلى كورمة كاملة ذات وزن 2.5غ.

1-12- محتوى المياسم من المواد الفعالة (الكروسين، البيكروكروسين، السافرنال):

يظهر التحليل الكيميائي لمياسم الزعفران احتواءها على أكثر من 150 مادة كيميائية، وقد قدرت المحتويات بما يقارب: 10% ماء، 12% بروتينات، 5% دهون، 5% معادن، أبرزها المنغنيز والمغنيزيوم والفوسفور والنحاس والكالسيوم والزنك والحديد وغيرها من المعادن، 5% ألياف و63% كربوهيدرات، بما فيها النشا والبكتينات والدكسترينات وغيرها، بجانب كميات قليلة من فيتامين الريبوفلافين (B2) والثيامين (B1)، وتختلف نسبة هذه المواد بشكل كبير تبعاً لمنطقة النمو والظروف الزراعية التي تمت فيها عملية الزراعة (Liakopoulou-Kyriakides وزملاؤه، 2007؛ Rios وزملاؤه، 1996).

تعتمد جودة الزعفران بشكل أساسي على تركيز ثلاثة نواتج استقلاب أساسية ضمن المياسم والتي تعطي الزعفران اللون والنكهة والرائحة والتي تشكل خصائصه الفريدة والمميزة ، فقد أكدت الدراسات أنّ المركبات الكيميائية المسؤولة عن الخواص السابقة الذكر هي:

غليكوزيدات (الكروسين، البيكروكروسين) وألدهيد السافرنال، حيث يعد الكروسين Crocine (C_{24} H_{64} O_{24}) مادة ملونة تنحل في الماء والكحول معطية لوناً أصفراً قوياً، يمثل الكروسين كيميائياً استر الكروستين المنحل في الماء، ويعد الكروسين والكروسيتين Crocetin من أصباغ الكاروتين المسؤولة عن اللون الأصفر البرتقالي والموجودة بشكل فريد في المياسم، أما البيكروكروسين Picrocrocine (C_{16} H_{26} O_7) فهو عبارة عن غليكوزيد ينشطر بفعل الحرارة إلى سكر وزيت طيار، وهو المسؤول عن طعم الزعفران ونكهته المرة قليلاً ورائحة الزعفران بشكل جزئي، ويعتبر مصدراً أساسياً للسافرنال، ويشترك السافرنال (C_{10} H_{14} O) مع البيكروكروسين في إعطاء الزعفران رائحته المميزة (Winterhalter وStraubinger، 2000؛ Abdullaev، 1993).

وهذه المكونات الرئيسية للزعفران لا تسهم فقط في إعطائه الخصائص المذكورة، لكنها ذات نشاط بيولوجي وخصائص طبية مثيرة للاهتمام (Rios وزملاؤه، 1996) إذ يحتوي الزعفران على الكاروتينات المحبة والمنحلة في الدهون مثل الألفا كاروتين Alpha-carotene والبيتا كاروتين Beta carotene والليكوبين Lycopene والزياكزانتين Zeaxanthin وذلك بكميات قليلة، غير أنّ ذلك لا يمنع اكتسابه خواصاً هامة مضادة للأكسدة (Sampathu وزملاؤه، 1984)، كما يحتوي على الكاروتينات المحبة والمنحلة في الماء والتي من أهمها الكروسيتين والكروسين والتي تنتج عن التمثيل الغذائي للزياكزانتين. وتعتبر الكروسينات من الكاروتينات الذاوبة في الماء، والتي تنتج عن الكروسيتينات من خلال تفاعل الأسترة مع السكريات، والتي تشكل نحو 6 إلى 16% من إجمالي المادة الجافة للزعفران حسب النوع وظروف الزراعة (Gregory وزملاؤه، 2005)، أما البيكروكروسين المسؤول عن الطعم المر للزعفران، فإنّه ينتج من تدهور الزاياكنتين بوجود محفز

إنزيمي لينتج لدينا هيدروكسيل بيتا سيترال ليعود نتيجة عملية تحول إنزيمي أخرى تجعل هذا المركب يرتبط مع سكر لينتج عنها البيكروكروسين الذي بدوره هو عبارة سكر مرتبط مع جزئ واحد من التربينات (Sereshti وزملاؤه، 2018)، حيث يشكل 1-13% من المادة الجافة لمياسم الزعفران (Aolnso وزملاؤه، 2001) أما السافرنال فهو الذي يشكل 30-70% من المكونات العطرية الطيارة في الزعفران وينتمي لزمرة الألدهيدات (Bononi وزملاؤه، 2015)، ينشأ بشكل أساسي من البيكروكروسين (Carmona وزملاؤه، 2006)، والذي يمتلك قدرة كامنة وهامة كمضاد للأكسدة (Kanakis وزملاؤه، 2006) كما يمتلك سمية محددة على الخلايا السرطانية في المخبر، يحتوي الزعفران كذلك على فلافونولات على رأسها الكمفرول، وعلى زيوت طيارة أخرى عدا السافرنال (Carmona وزملاؤه، 2007).

لتحديد تركيز المكونات الفعالة الأساسية في الزعفران وهي الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال ولأغراض تجارية عادة ما تتم بوساطة جهاز الامتصاص الضوئي (Spectrophotometer) على أطوال الموجات التالية 440 نانو متر لتحديد محتوى الكروسين، وعلى طول موجة 330 نانو متر لقياس محتوى السافرنال، ثم على طول موجة 257 نانو متر لقياس محتوى البيكروكروسين المسؤول عن الطعم، عالمياً تقدر جودة الزعفران وفق مقياس وفق الإيزو (ISO/TS3632) والذي تم وضعه أول مرة في عام 1993 (ISO، 2003) وتم تطويره أكثر من مرة ولأكثر من عام وصولاً إلى الإيزو TS3632/ISO 2014 (ISO، 2014)، يعد تقدير جودة مياسم الزعفران باستخدام جهاز المطياف الضوئي من خلال تقدير محتوى المياسم من الكروسين والبيكروكروسين المسؤولين عن مقاييس اللون والطعم، طريقة فعالة ودقيقة، ولكن تقدير السافرنال بهذه الطريقة لايعد دقيقاً، لأنّ قابلية السافرنال للانحلال بالماء هي ضعيفة، كما يحدث تداخل لقراءة مواد أخرى على طول الموجة الخاصة به، لذا فإنَ تقدير المركبات الطيارة يتم بشكل أفضل باستعمال الكروماتوغرافيا الغازية (Bononi وزملاؤه، 2015).

تحدد كمية المواد الفعالة والنشطة بيولوجياً في الزعفران سعره الاقتصادي، إذ أنَّ القيمة الاقتصادية المرتفعة للزعفران لايمكن الحصول عليها إلا في حال الوصول للمنتج النهائي للمياسم ذات الجودة العالية (Erden وOzel، 2016). وترجع العوامل المؤثرة في محتوى المياسم إلى عوامل ماقبل الحصاد والتي من أهمها الخصائص المناخية بما في ذلك درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وطول اليوم، وشدة الضوء والتي تعد ذات تأثيرات كبيرة كانت فعالة على جودة الزعفران.

أفاد Ortega وزملاؤه (2004) و Gersta وزملاؤه (2009) بأنَ موقع زراعة الزعفران له تأثير مهم في الجودة وذلك بسبب العوامل المناخية للموقع، وكذلك فإنَ العوامل البيئية خلال وقت الحصاد وسرعة عملية الحصاد لها تأثير في جودة الزعفران (Ehsanzadeh وزملاؤه، 2004؛ Ozel وErden، 2005).

ولا تتوقف نوعية المياسم ومحتواها من المواد الفعالة على الظروف المناخية والبيئية فقط، بل إنّ للمعاملات الزراعية تأثيرات كبيرة أيضاً، وهذا مادفع الباحثون ضمن مجال العلوم الزراعية لدراسة العوامل المؤثرة في نسب هذه المكونات والتي من أهمها العوامل التي تتعلق بالكورمة المزروعة، من حيث حجمها ووزنها، إذ تتحسن نوعية المياسم بزيادة وزن الكورمة الأم المزروعة من خلال التأثير في نسبة المكونات الفعالة المسؤولة عن اللون والنكهة والرائحة (Omidbaigi، 2005)، طول دورة المحصول وعمر المزرعة ونوع التربة وطريقة التسميد ونوع السماد، وقت الزراعة، كثافة وعمق الزراعة، الري من حيث الكمية وعدد المرات ونظام الزراعة (Raina وزملاؤه، 1996؛ Ordoudi وTsimidou، 2004).

تُظهر النتائج أنَّ للمعاملات السمادية المختلفة تأثيرات في محتوي المياسم من المواد الكيميائية الفعالة في الزعفران والتي من أهمها الكروسين والبيكروسين والسافرنال، لذا لابد من تأمين الوسط الجيد لنمو النبات لأنَه في حال وقع النبات تحت إجهاد بيئي فإنَ النباتات لا يمكنها تخصيص مصادر الغذاء للنمو والدفاع في آن واحد، إذ تحدث منافسة بين البروتينات والفينولات في النباتات

على المصادر الأولية الأساسية التي تشارك في عملية التركيب الحيوي لها، ويمكن أنَّ يكون لنوع التربة ومحتواها من المركبات العضوية تأثير حاسم في زيادة محتوى المركبات العضوية في التربة وزيادة نشاط الأكسدة داخل التربة، حيث تستخدم المواد الناتجة من إضافة السماد في تصنيع البروتين وتحفيز النمو، ومن ناحية أخرى تعمل المواد العضوية التي يوفرها السماد العضوي كمصادر أولية لاصطناع الهرمونات النباتية المنشطة ومواد النمو والمركبات الثانوية الهامة في نمو النبات (Gholizade وزملاؤه، 2017).

تحرى Gholizade وزملاؤه (2017) تأثير السماد العضوي المكون من الكومبوست في نوعية ومحتوى الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال، ووجد أنَّ الكميات المنخفضة من الكومبوست 5 أو 10 طن.هكتار$^{-1}$ كانت كفيلة في رفع محتوى المياسم من المواد الفعالة الثلاثة بنسبة تساوي تلك النسبة الناتجة من إضافة 20 طن.هكتار$^{-1}$ من الكومبوست، ولكن كافة الكميات المضافة أدت إلى زيادة في نسبة المواد الفعالة مقارنة بالشاهد. لم يتوقف اختبار تأثير المواد العضوية في التربة على أثر السماد المعدني والعضوي وحده بل قام الباحثون باختبار أثر استخدام الأسمدة الحيوية كبديل للأسمدة المعدنية لزيادة إنتاجية التربة ونمو النباتات الطبية القيمة مثل الزعفران في الزراعة المستدامة، إذ قام omidi وزملاؤه (2009) بتحديد آثار الآزوت المعدني والأسمدة الحيوية في نسبة المواد الفعالة الموجودة في مياسم الزعفران المنتجة، ووجدوا ضمن الدراسة التي أجريت في إيران على طول الفترة 2006–2008 باستخدام أربع معاملات سمادية هي السماد الآزوتي بمقدار 150كغ. هكتار$^{-1}$، وباستخدام سماد الحيوي هو النتروكسين المثبت للآزوت في التربة بمقدار 5 كغ. هكتار$^{-1}$، وخليط بمقدار نصف الكميات من السمادين المذكورين أي 75كغ. هكتار$^{-1}$ من السماد الآزوتي مضاف له 2.5كغ. هكتار$^{-1}$ من النتروكسين، بالإضافة لمعاملة الشاهد، أنَه تم الحصول على أعلى إنتاجية للمياسم في معاملة السماد الآزوتي وحده 150 كغ.هكتار$^{-1}$ وفي معاملة الخليط من 2.5 كغ.هكتار$^{-1}$ من السماد حيوي (نيتروكسين) + 75 كغ. هكتار$^{-1}$ من السماد

الآزوتي (اليوريا)، ولكن وجد أنَّ تطبيق الأسمدة الحيوية زاد من إنتاج الزعفران بنسبة 0.83% أكثر من الشاهد، ومع ذلك وجد أنَّ أفضل معاملة فيما يتعلق بمحتوى المياسم من السافرنال والبيكروكروسين كانت معاملة السماد الحيوي وحده من النتروكسين في حين تم الحصول على الحد الأقصى من محتوى الكروسين في معاملة الخليط من الأسمدة الحيوية والسماد الآزوتي فتطبيق الأسمدة المعدنية والحيوية زاد من نوعية وكمية الغلة من الزعفران.

إنَ تطبيق خليط من الأسمدة المعدنية والحيوية زاد الإنتاجية للزعفران النوعية والكمية، كما يمكن أنَّ يكون استعمال الفوسفور الحيوي والآزوت الحيوي تطبيق هام من أجل الحد من تطبيق الأسمدة الفوسفورية والآزوتية في النظام الزراعي وهو أمر هام في الإتجاه نحو تقليل التلوث البيئي والزراعة المستدامة.

كما وجد Naghdibadi وزملاؤه (2011) في تجربة اختبر فيها تأثير الفوسفور المعدني والفوسفور الحيوي Biophosphor الميسر للفوسفور في التربة من حيث تأثيرها في الغلة من المياسم ومحتواها من المواد الفعالة، بحيث احتوت التجربة على أربع معاملات هي: الفوسفور المعدني بشكل فوسفات الأمونيوم بمعدل 150 كغ.هكتار$^{-1}$، والفوسفور الحيوي بشكل بمعدل 100غ. هكتار$^{-1}$، وخليط من الفوسفور المعدني بمعدل 75 كغ.هكتار$^{-1}$ +50 غ.هكتار$^{-1}$ من الفوسفور الحيوي، بالإضافة إلى معاملة الشاهد التي لم يضاف لها أي نوع من السماد، أنَّ استخدام الفوسفور من مصادر الحيوية أدى إلى زيادة نوعية المياسم، إذ ازداد محتوى المياسم من البيكروكروسين في معاملات السماد الحيوي وحده، في حين أنَّ أعلى محتوى من الكروسين والسافرنال كان في خليط فوسفات الأمونيوم بمقدار 75كغ. هكتار$^{-1}$ ذات المصدر المعدني و50غ.هكتار$^{-1}$ من الفوسفور الحيوي، علماً أنَّ الغلة من حيث الوزن كانت متساوية لدى معاملة الفوسفور المعدني بمقدار 150كغ من فوسفات الأمونيوم، وخليط الفوسفور الحيوي 50غ.هكتار$^{-1}$ مع المعدني 75كغ.هكتار$^{-1}$، ولكن

حدث تفوق في الغلة بمقدار 13.77% لدى استخدام الفوسفور الحيوي (100غ. هكتار$^{-1}$) وكانت هذه المعاملة ذات المحتوى الأكبر من البيكروكروسين.

ولا يتوقف تركيز المواد الفعالة على تأثير نوع التربة فحسب بل يتوقف أيضاً على وزن الكورمات المزروعة ففي دراسة أجراها Omidbaigi (2005) شملت أوزان الكورمات من 1غ وحتى 15غ وجدوا أنَه لم تحدث زيادة في نوعية المياسم الناتجة عن الكورمات من حيث محتواها من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال وانحصرت ضمن الكورمات التي ترواح وزنها بين 13-15غ، وقد وجد Gholizade وزملاؤه (2017) أنَّ زيادة وزن الكورمات أدت إلى زيادة محتوى المياسم من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال ولكن حدث تساوي تركيز الكروسين والبيكروسين ضمن الفئتين الوزنيتين 8-12غ، 4-8غ إلا أنَّ تركيز السافرنال ضمن الفئة الوزنية الأعلى كان أكبر مقارنة بباقي الفئات، بينما كان تركيز هذه المواد أقل في الأزهار الناتجة من الفئة الوزنية 1-4غ، وتبين الأبحاث الطبية التي أجريت حول تأثير مياسم الزعفران في الخلايا السرطانية أنَّ المستخلصات التي أخذت من مياسم الزعفران التي تمت زراعة كورماتها في نظام الزراعة العضوية كانت ذات تأثير أقوى من تلك التي نتجت من الزراعة تحت التسميد المعدني حيث برهن التحليل المعدني للمياسم أنَها ذات محتوى أعلى من مضادات الأكسدة وبالتالي كان لها أثر في كبح نشاط الخلايا السرطانية وكبح تكاثرها (Behdani وHoshyar، 2016).

لاتتوقف نوعية المياسم ومحتواها من المواد الفعالة على ظروف ماقبل الحصاد فقط، بل أنَّ لظروف ما بعد الحصاد تأثيرات كبيرة ومن أهم العوامل المؤثرة في هذه المرحلة هي نظام التجفيف المتبع، وظروف التخزين والتي يوضع فيها النبات بعد التجفيف (Husaini وزملاؤه، 2010)، من حيث الرطوبة النسبية والحرارة وشدة الإضاءة التي تتعرض لها المياسم المجففة (Erden وOzal وزملاؤه، 2016)، فالكروسين والمركبات الكيميائية الحيوية الأخرى مثل البيكروكروسين تقل في خلايا المياسم أثناء عملية التجفيف والتخزين والإستخلاص، ولكن درجة التدهور والتفكك تعتمد على

درجة الحرارة والرطوبة وشدة الضوء وغيرها من العوامل البيئية (Alonso وزملاه، 1990؛ Alonso وزملاؤه، 2001؛ Carmona وزملاؤه، 2005؛ Gregory وزملاؤه، 2005؛ Molina وزملاؤه، 2005؛ Douglas وزملاؤه، 2014). وأشار Alonso وزملاؤه (1990) إلى أنَّ زيادة درجة الحرارة تسبب أكسدة الكروسين وتحلل البيكروكروسين picrocrocin في مياسم الزعفران، حيث أنَّ مركبات الكروسين المسؤولة عن اللون كانت ذات استقرار أكبر عند انخفاض قيم الرطوبة النسبية (5–23%) ودرجات الحرارة المنخفضة (Raina وزملاؤه، 1996). تعد طول مدة التخزين أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر في نوعية الزعفران، إما من خلال تشكيل مواد جديدة أوتدهور المكونات الأخرى، حيث أنَه من المعروف أنَّ نسب السافرنال في العينات الطازجة للزعفران تكون منخفضة ومن ثم تتزايد لمدة عامين لتعود بعدها للإنخفاض، فالتحولات التي تطرأ على المركبات الطيارة خلال فترة التخزين عديدة وكبيرة، بينما تعد التغيرات التي تطرأ على المركبات السكرية الكاروتينة أقل حدة مقارنة مع تلك التي تطرأ على المكونات الطيارة خلال فترة التخزين (Maggi وزملاؤه، 2010)، ذلك اعتماداًعلى استقرار الهيكل الجزيئي للكاروتينوئيد، ولكنه بالرغم من ذلك فإنه يتأثر بالضوء، الأكسجين، محتوى الرطوبة، درجة الحرارة، ونشاط الماء، والمعادن وغيرها من المواد التي تزيد من التأكسد، ومثبطات الجذور الحرة بالإضافة للبنية الفيزيائية وهيكل العينة (Mannino وAmelotti، 1977)، وقد أفاد Akbarian وزملاؤه (2012) أنَّ المسبب لتدهور الكروسين والبيكروكروسين في الزعفران أثناء التخزين حتى الآن غير محدد تماماً، فقد يعود إلى أنزيمات غير معروفة تماماً أو قد تكون الحرارة هي أحد العوامل المسببة أو الضوء، حيث أنَها كلها عوامل تسبب تدهور الكروسين والبيكروكروسين.

الفصل الثاني: مواد وطرائق البحث

Materials and Methods

2-1- تجربة الزراعة الحقلية:

تم تنفيذ تجربتين حقليتين في حقلين متجاورين خلال المواسم 2016، 2017، 2018، 2019.

1) دراسة تأثير السماد العضوي والمستويات المختلفة لليوريا في النمو الخضري والإنتاج الزهري والكورمي لنبات الزعفران في المواسم المتتالية.

2) دراسة تأثير وزن الكورمات في الإنتاج الزهري والكورمي للزعفران في المواسم المتتالية.

مكان تنفيذ التجربة:

نفذت التجربة في مدينة قارة، منطقة القلمون، محافظة ريف دمشق، والتي تقع على درجة طول 59` .36°42 ودرجة عرض ` 34°.9 ويبلغ ارتفاع المنطقة 1280م فوق سطح البحر. يسود المنطقة مناخ بارد شتاءً وحار-معتدل الحرارة وجاف صيفاً، أخذت عينة تربة من موقع الزراعة على عمق 30سم تم تحليل التربة في مخابر كلية الزراعة (الجدول 2).

الجدول (2)؛ نتائج التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع قبل الزراعة

K المتبادل Ppm	P المتاح Ppm	الآزوت الكلي %	$CaCO_3$ %	مادة عضوية%	ECe $ds.m^{-1}$	pH	التحليل الميكانيكي		
							طين%	سلت%	رمل%
200	244	0.14	21.4	2.17	1.9	7.4	39	26	35

جامعة دمشق – مخابر كلية الزراعة

المادة النباتية:

زرعت كورمات من نبات الزعفران إسبانية المنشأ، خالية من العيوب والأمراض متجانسة منتقاة بعناية، يبلغ وزنها 8-10غ وقطرها 3-3.5 سم.

يوضح (الجدول 3) المعطيات المناخية لمنطقة الدراسة خلال المواسم الأربعة حيث الأشهر الثلاث الأولى من كل سنة هي الأشد برودة كانون الثاني، شباط، آذار، بينما تشتد الحرارة في حزيران وتموز وآب إلى ما فوق 30م° أحياناً.

الجدول (3)؛ متوسطات المعطيات المناخية في منطقة الدراسة خلال مواسم الزراعة 2016، 2017، 2018، 2019.

الشهر	متوسط درجات الحرارة م°								الهطول المطري مم			
	2016		2017		2018		2019		2016	2017	2018	2019
	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	العظمى	صغرى	العظمى				
كانون2	2-	7.4	0.4-	8.5	1.9-	9.5	1.4	12.7	18.2	25.2	9	0.9
شباط	0	7	1	10.7	4-	5.6	0.5-	9.7	5.5	26.1	4.9	22
آذار	3	15.5	3.1	15.1	0.8-	9.7	1.4	10.6	2.4	4.6	1.5	15.8
نيسان	6.8	19.3	7.9	19.2	6.3	18.5	2.8	13.1	13.6	20.8	0.1	5.1
آيار	9.8	23.5	10.4	24.8	8.3	22.3	6.7	19.2	2.8	4.7	0.6	0
حزيران	13.3	27.5	15.3	30.2	9.3	27.4	10.2	28.8	4	0	0	0
تموز	17.3	31.7	16	30.2	15	29.5	15.2	29.4	0	0	0	0
آب	15.7	31.2	17.2	32	16.7	31.2	16.3	30.6	0	0	8.15	0
أيلول	15.1	27	13.1	28.1	12.1	27.00	15.5	30.4	0	0	0	0
تشرين1	7.8	21.4	9.3	20.7	12.6	26	15.4	28.6	0.3	42.8	13.3	6.2
تشرين2	3.6	14.4	2.8	14.2	9.8	21.7	11.5	24.1	5.6	0.7	5.1	16.7
كانون1	0.1	9.4	1.9	9.5	5.1	16.1	4	14.8	2	2.2	9.4	20.2

وزارة الدفاع، المديرية العامة للأرصاد الجوية، محطة أرصاد النبك.

2-1-1- تأثير السماد العضوي واليوريا والمواسم المتتالية في النمو الخضري والإنتاج الزهري والكورمي لنبات الزعفران:

نفذت التجربة بتحضير تربة الموقع، حيث تم إجراء حراثة عميقة لتربة الموقع على عمق 40 سم، مرتين متتاليتين وبشكل متعامد، ثم أزيلت الحجارة من أرض الموقع، وتم تنعيم التربة بواسطة محراث دوراني على عمق 20سم وذلك قبل شهر من الزراعة. أضيفت الكميات المخصصة من السماد العضوي لتسمح بتحلل المادة العضوية في التربة، ومن ثم تمت عملية حراثة ثانية على العمق 20سم قبل الزراعة بحيث أصبحت تربة الموقع مستوية وجاهزة لتخطيط التجربة وزراعة النباتات.

زراعة الكورمات:

خصص لهذ التجربة 1350 كورمة، وزعت عشوائياً على ست معاملات سمادية، خصص لكل منها 225 كورمة، وزعت على ثلاث قطع تجريبية، حيث احتوت القطعة التجريبية الإجمالية

الواحدة على 75 كورمة، خصص منها 50 كورمة للقطعة التجريبية الصافية التي احتوت على خمسة خطوط، المسافة بينها 20 سم والمسافة بين النباتات داخل الخط 10 سم حيث احتوى الخط 10 نباتات، زرعت الكورمات على عمق 15 سم، مساحة القطعة التجريبية الصافية (1م^2)، تمت المحافظة على نباتات هذه القطعة مدة أربعة مواسم دون المساس بأي نبات منها، في حين وزرع في محيطها 25 كورمة على نفس الأبعاد السابقة، خصصت لدراسة مؤشرات الإنتاج الكورمي، حيث تم القلع فقط من 25 نبات المخصص للقلع، بلغ عدد القطع التجريبية 18 قطعة، تم ترك مسافة 30 سم فاصل بين القطع التجريبية من جميع الجهات، تم إتباع توصية Kumar وزملاؤه، (2013) من حيث الكميات والمواعيد والتي تتضمن استخدام السماد العضوي البقري المتخمر بمعدل 10 طن.هكتار$^{-1}$، والمعادلة السمادية والتي تشير إلى استخدام NPK بمعدل 120، 100، 90 كغ.هكتار$^{-1}$ كوحدات صافية، تمت إضافة الفوسفور والبوتاس في كافة المعاملات بما فيها الشاهد، حيث تم استخدام الفوسفور بشكل سوبر فوسفات ثلاثي 45% (P_2O_5) بمعدل 220 كغ.هكتار$^{-1}$، وتم استخدام السماد البوتاسي بشكل سلفات البوتاسيوم 48% (K_2SO_4) بمعدل 250كغ.هكتار$^{-1}$، في حين تم استخدام اليوريا (46%) كمصدر للآزوت بمعدل 200 كغ.هكتار$^{-1}$ للمعاملة ذات الحد الأعلى واستخدام نصف هذه الكمية للمعاملة ذات الحد الأدنى، كما أضيف السماد العضوي بمعدل 10طن.هكتار$^{-1}$ في المعاملات المتضمنة إضافته تمت إضافة السماد العضوي والفوسفوري والبوتاسي أثناء تحضير التربة للزراعة، بينما أضيف السماد الآزوتي على دفعتين الأولى عند الزراعة والثانية بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق، تم تجديد السماد المعدني سنوياً حيث أضيف السماد البوتاسي والفوسفوري مع نصف كمية الآزوت في بداية كل موسم، تم ري النباتات أسبوعياً بدءاً من تاريخ الزراعة (10 أيلول) وحتى نهاية الإزهار، بعدها تم اعتماد الري بفاصل شهري حتى نهاية شهر نيسان، وتم الري بطريقة الغمر.

المعاملات المدروسة:

1) معاملة التسميد العضوي: أضيف 10طن.هكتار$^{-1}$ سماد بقري متخمر.

2) معاملة التسميد باليوريا بمعدل 100كغ.هكتار$^{-1}$ على دفعتين وفق الآتي: 50كغ.هكتار$^{-1}$ عند الزراعة، 50 كغ.هكتار$^{-1}$، بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق.

3) معاملة التسميد باليوريا بمعدل 200كغ.هكتار$^{-1}$ على دفعتين وفق الآتي: 100كغ.هكتار$^{-1}$ عند الزراعة و100كغ.هكتار$^{-1}$ بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق.

4) خليط السماد العضوي بمعدل 10 طن.هكتار$^{-1}$ مع اليوريا بمعدل 100كغ.هكتار$^{-1}$ حيث قسمت كمية اليوريا على دفعتين كالتالي: 50كغ.هكتار$^{-1}$ عند الزراعة، 50كغ.هكتار$^{-1}$ بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق.

5) خليط السماد العضوي بمعدل 10طن.هكتار$^{-1}$ مع اليوريا بمعدل 200كغ.هكتار$^{-1}$ يوريا أضيفت على دفعتين كالتالي: 100كغ.هكتار$^{-1}$ عند الزراعة، 100 كغ.هكتار$^{-1}$ بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق.

6) الشاهد والذي لم يضف له إلا السماد البوتاسي والفوسفوري.

مخطط التجربة:

مكرر 1	1	2	3	4	5	6
مكرر 2	3	5	1	6	2	4
مكرر 3	9	4	2	5	3	1

الشكل (1)؛ توزيع القطع التجريبية الخاصة بكل معاملة ضمن القطاعات الكاملة العشوائية في ثلاثة مكررات.

حيث: 1: معاملة الشاهد، 2: يوريا 100كغ. هكتار$^{-1}$، 3: يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$، 4: عضوي 10 طن.هكتار$^{-1}$، 5: عضوي 10 طن.هكتار$^{-1}$ + يوريا 100كغ.هكتار، 6: عضوي 10طن.هكتار$^{-1}$ + يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة بطريقة القطاعات الكاملة العشوائية ضمن ثلاثة مكررات ثم أدخلت النتائج إلى الحاسوب بواسطة برنامج Excel وذلك بحسب المعاملات والمكررات، ثم أخضعت النتائج لتحليل التباين عند مستوى 95% للقراءات الحقلية، باستعمال برنامج التحليل الإحصائي Spss.

المؤشرات المدروسة:

مؤشرات النمو الخضري:

- نسبة الكورمات النامية (%): تم حساب نسبة الكورمات النامية بعد اكتمال ظهور النموات من الكورمات بشكل كلي، حيث حسبت نسبة الكورمات النامية لكل معاملة وفق المعادلة:

$$\text{نسبة الكورمات النامية}(\%) = \frac{\text{عدد الكورمات النامية}}{\text{عدد الكورمات المزروعة}} \times 100$$

- عدد الأيام اللازمة لظهور نمو واحد من الكورمة: عدد الأيام اللازمة لظهور (تكشف) نمو واحد في 90% من الكورمات في القطعة التجريبية، وذلك بحساب عدد الأيام اللازمة لظهور النموات فوق سطح التربة بدءاً من الزراعة وحتى ظهور النموات في الموسم الأول، وبدءاً من الرية الأولى وحتى ظهور النموات في المواسم التالية.
- متوسط عدد النموات لكل كورمة: تم حساب عدد النموات لكل نبات من نباتات الزعفران على حدى وذلك في شهر نيسان أي في نهاية موسم النمو الخضري.
- متوسط عدد وطول الأوراق (سم): تم حساب العدد الكلي للأوراق في كل نبات ولكل معاملة، وتم أخذ 10 أوراق بشكل عشوائي من 10 نباتات من كل قطعة تجريبية لكل من قطع التجربة، حيث أخذت وحسب طول هذه الأوراق وأخذ متوسط طول الورقة لكل نبات.

مؤشرات النمو الزهري:

- متوسط عدد الأيام اللازمة لظهور الأزهار: وذلك من تاريخ الزراعة والرية الأولى في الموسم الأول وحتى ظهور الأزهار أو إعطاء أول ريَّة في المواسم التالية للموسم الأول وحتى ظهور الأزهار، وتحدد بعد ظهور زهرة واحدة على 10% من نباتات كل قطعة تجريبية.

- ❖ طول فترة الإزهار: وذلك بحساب طول الفترة الممتدة من تاريخ تسجيل بداية الإزهار وهو ظهور زهرة واحدة على 10% من نباتات الحقل حتى وحتى تاريخ تسجيل ظهور آخر زهرة في كل قطعة تجريبية.
- ❖ متوسط عدد الأزهار. كورمة$^{-1}$: تم حساب العدد الكلي للأزهار الناتجة في كل نبات خلال موسم النمو الزهري.
- ❖ متوسط الوزن الجاف للمياسم (كغ.دونم$^{-1}$): جمعت المياسم بشكل كامل في نهاية موسم النمو الزهري، حيث قطفت الأزهار من النباتات كل يوم طيلة فترة الأزهار في الصباح الباكر قبل الوصول إلى التفتح الكامل، تم فصل البتلات الزهرية والمآبر ثم فُصلت المياسم بأجزائها الثلاثة، تم تجفيف المياسم في درجة حرارة الغرفة دون التعرض للضوء مدة تتراوح 27–53 ساعة (Husaini وزملاؤه، 2010) ليتم وزن الغلة الناتجة من كل قطعة تجريبية بعد نهاية التجفيف بواسطة الميزان الحساس.
- ❖ طول المياسم الثلاث: تم قياس طول المياسم من نقطة التقاءها وحتى نهايتها.

مؤشرات الإنتاج من الكورمات:

تم قلع كورمات 7 نباتات من كل قطعة تجريبية من النباتات المخصصة للقلع (25 نبات) في 7 تموز من كل موسم وأخذت القراءات التالية:

- ❖ معدل الإكثار الخاص بكل نبات وذلك من خلال حساب متوسط عدد الكورمات الناتجة عن كل نبات (كورمة ل.نبات$^{-1}$).
- ❖ متوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة من كل نبات على حدى (غ.نبات$^{-1}$).
- ❖ عدد الكورمات الناتجة في وحدة المساحة من الإنتاج تبعاً لمتوسط وزنها حيث تم توزيعها إلى فئات صغيرة (1–4غ)، متوسطة (>4–8غ)، كبيرة (> من 8غ).

2-1-2- تأثير وزن الكورمات في الإنتاج الزهري والكورمي للزعفران في المواسم المتتالية:

العوامل المدروسة:

تضمنت الدراسة عاملين هما:

1) عامل الوزن: يشمل ثلاث فئات وزنية للكورمات هي: صغيرة 1-4غ، متوسطة >4-8غ، كبيرة >8-12غ.

2) عامل تتالي المواسم: وذلك لبيان أثر بقاء الكورمات في الأرض من سنة واحدة وحتى ثلاث سنوات متتالية في تطور الإنتاج الكورمي والزهري.

زرعت 675 كورمة (في 2016/9/15) على خطوط يبعد الخط عن الآخر 20 سم والمسافة بين الكورمة والأخرى على الخط نفسه 10 سم، وعلى عمق 15سم، وقد زرعت ضمن ثلاث فئات وزنية: كبيرة (>8-12غ)، متوسطة (>4-8غ)، وصغيرة 1-4غ، وزرع ضمن كل فئة وزنية 225 كورمة وزعت عشوائياً في ثلاث قطع تجريبية، ضمن كل قطعة تجريبية 75 نبات، خصص منها 50 نبات للقطعة التجريبية الصافية (1 م^2)، تمت المحافظة على نباتات هذه القطعة مدة أربعة مواسم دون المساس بأي نبات منها، في حين زرع في محيطها 25 كورمة على الأبعاد نفسها كنباتات مخصصة لدراسة مؤشرات الإنتاج الكورمي حيث تم القلع فقط من 25 نبات مخصص للقلع، تم الحصول على الأزهار من خلال قطافها بشكل يومي في الصباح الباكر، والتي عادة ما تظهر خلال الفترة ما بين 1-15 تشرين الثاني من كل موسم بدءاً من 2016، وفي نهاية الموسم الأول (7 تموز 2017) تم قلع 7 نبات من كل قطعة تجريبية من النباتات المخصصة للقلع للحصول على الكورمات، أما الجزء الباقي في الأرض فتمت سقايته وتسميده حسب التوصية المعتمدة، وهكذا كررت عملية جني الأزهار خلال المواسم 2017، 2018، 2019، ليدرس عليها مقاييس الإنتاج الزهري لأربعة مواسم، وكذلك قلع قسم من الكورمات المخصصة للقلع في 7 تموز خلال 2017، 2018، 2019، ليدرس إنتاج

الكورمات على مدار ثلاثة مواسم. تمت إضافة السماد العضوي البقري المتخمر بمعدل 10 طن.هكتار$^{-1}$، والسماد المعدني N:P:K بمعدل 90:100:120 كغ.هكتار$^{-1}$، على التوالي، تمت إضافة كامل السماد العضوي والفوسفوري والبوتاسي أثناء تحضير التربة للزراعة في حين أضيف السماد الآزوتي على دفعتين، الأولى عند الزراعة والثانية بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق. تم تجديد السماد المعدني سنوياً حيث أضيف السماد البوتاسي والفوسفوي مع نصف كمية الآزوت في بداية أيلول والنصف الباقي من السماد الآزوتي بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق وفق التوصية السمادية (Kumar وزملاؤه، 2013). تم إعطاء رية أسبوعياً بطريقة الغمر حتى نهاية الإزهار وبعدها تم اعتماد الري الشهري حتى اصفرار النبات بتاريخ (30 نيسان).

التصميم التجريبي:

صممت التجربة بطريقة القطاعات الكاملة العشوائية RCBD بثلاثة مكررات بترتيب التجارب العاملية factorial experiment ثم أدخلت النتائج إلى الحاسوب بواسطة برنامج Excel، وأخضعت النتائج لتحليل التباين باستخدام برنامج التحليل الاحصائي SPSS-V 15، وحساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%.

القراءات والصفات المدروسة:

تم أخذ القراءات التالية في كل عام:

- متوسط عدد الأزهار للكورمة، والوزن الجاف للمياسم في وحدة المساحة (كغ.دونم$_{-1}$).
- معدل الإكثار الخاص بكل نبات: تم قلع الكورمات الناتجة بمعدل 7 نبات من كل قطعة تجريبية في 7 تموز من كل موسم من النباتات (25 نبات) المخصصة للقلع والمزروعة في محيط كل قطعة تجريبية ومن ثم خلال حساب متوسط عدد الكورمات (cormlets) الناتجة عن كل نبات (كورمة.نبات$^{-1}$).
- متوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات الواحد (غ.نبات$^{-1}$).

❖ حساب عدد الكورمات من كل فئة وزنية بعد قلع الكورمات في كل عام، تم توزيعها تبعاً لوزنها إلى ثلاث فئات، (1–4غ) صغيرة، (>4–8غ) متوسطة، (>8غ) كبيرة في وحدة المساحة (كورمة.م$^{-2}$)، بالإضافة لحساب النسبة المئوية لكل فئة وزنية من الإنتاج الكلي للكورمات.

2-2- تجربة الزراعة بدون تربة:

تضمنت هذه الدراسة ثلاث تجارب منفصلة هي:

1) دراسة تأثير وزن الكورمات ضمن نظام التغذية المستمرة – النظام المغلق ضمن تقنية التدفق العميق في نمو وإنتاجية الزعفران.
2) دراسة تأثير أوساط النمو المختلفة في نمو وإنتاجية الزعفران.
3) دراسة المقارنة بين تقنيات الزراعة المختلفة:
   أ) الزراعة في تربة.
   ب) الزراعة بدون تربة بتقنية الأصص.
   ج) الزراعة بدون تربة بتقنية التدفق العميق.

مكان تنفيذ التجربة:

تم تنفيذ تجارب الزراعة بدون تربة في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال موسمين 2019/2018، 2020/2019.

الجدول (4)؛ متوسطات درجات الحرارة والهطول المطري

خلال الموسمين الزراعة (2019/2018،2020/2019) في محافظة دمشق.

الشهر	متوسط درجات الحرارة م°				الهطول المطري	الرطوبة الجوية %	
	الصغرى		العظمى				
	2019/2018	2020/2019	2019/2018	2020/2019	مم	2019/2018	2020/2019
أيلول	20.9	20.0	34.0	33.7	**0**	**55-15**	**53.2-19.7**
تشرين1	17.4	17.8	27.7	28.8	**10.16**	**60-25**	**52.9-24.8**
تشرين2	11.4	12.0	18.9	21.3	**20.5**	**65-25**	**46.1-25.1**
كانون 1	7.4	7.2	14.4	14.9	**25.4**	**70-30**	**67.3-36.4**
كانون2	6.0	7.1	13.3	13.8	**30**	**70-35**	**70.9-35.4**
شباط	8.6	9.0	17.4	18.1	**22.87**	**70-35**	**70.7-35.3**
آذار	11.3	11.6	23.0	23.9	**17.78**	**65-30**	**65.8-30.6**
نيسان	14.5	15.3	24.8	25.3	**10.16**	**60-20**	**60.9-20.8**
آيار	18.5	20.2	29.0	28.7	**5.08**	**55-15**	**49.1-15.8**

وزاة الدفاع –المديرية العامة للأرصاد الجوية – محطة أرصاد المزة.

2-2-1- تأثير وزن الكورمات ضمن نظام التغذية المستمرة – النظام المغلق ضمن تقنية التدفق العميق (Deep flow technology):

وفي هذه التجربة تم استخدام 90 كورمة من كورمات الزعفران، خصصت لكل فئة وزنية 30 كورمة، تم اختيار ثلاث فئات 2-4غ، 4-8غ، 8-12غ، وأدخلت إلى نظام التغذية المستمرة الذي تم إنشاءه وكررت التجربة لموسمين وفق التالي:

وزعت الكورمات المخصصة لكل فئة وزنية على ثلاثة قطع تجريبية، حيث ضمت القطعة الواحدة 10 نباتات، وتتألف القطعة التجريبية من أنبوب بلاستيكي واحد طوله 200سم، قطره 10سم، تم تثقيبها كل 20سم، ضمت التجربة ثلاثة مكررات كل منها يتألف من ثلاث قطع تجريبية كل منها ينتمي لفئة وزنية، وضعت الكورمات ضمن كؤوس شبكية ومن أجل تثبيت النبات في الكؤوس الشبكية ومنعاً للغدق الذي تعد كورمات الزعفران حساسة له، تم رفع الكورمات داخل الكؤوس الشبكية على الخفان البركاني ومن ثم تم إحاطتها بطبقة من البتموس لتثبت الكورمات، ربطت هذه الأنابيب بمضخة غاطسة تضخ المحلول المغذي كما ربطت المضخة بمؤقت زمني حيث كانت تعمل

15 دقيقة وتتوقف لثلاثين دقيقة لتضخ المحلول من خزان سعته 100لتر وتم تحضير محلول هوغلاند المغذي (الجدول5 يوضح تركيبه) وضبط حموضتة (5.8) وضبط الناقليته الكهربائية (2–3 مليموز.سم$^{-1}$)، وقد تم وضع صمام ببداية كل أنبوب ليعود الفائض من المياه عن طريق ميول الأرض إلى الخزان (نظام مغلق) حيث كانت نسبة الميول 7سم لكل 30م وذلك لتمكين لمحلول المغذي من التدفق بدون توقف بحيث يكون معدل التدفق 80 مل في الساعة وقد تم تغيير المحلول مرة كل أسبوع. تمت الزراعة في 11 أيلول 2018، وتم إيقاف تدفق المحلول المغذي في نهاية نيسان، تم رفع الكورمات من الكؤوس الشبكية بتاريخ 2019/7/1 في الموسم الأول، لتكرر الزراعة نفسها وبذات المواعيد للموسم التالي 2020/2109.

الجدول (5)؛ تركيب محلول هوغلاند وأرنون لتحضير محلول مغذي 1000 ليتر

اسم المركب	صيغته الكيميائية	الكمية المستخدمة (غ)
فوسفات أحادية البوتاسيوم	MAP	115.03
نترات البوتاسيوم	KNO_3	606.60
نترات الكالسيوم	$Ca\ (NO_3)2.4H_2O$	656.40
كبريتات المغنزيوم	$MgSO_4.7H_2O$	240.76
شلات الحديد	Fe-EDTA	5.30
حمض البوريك	H_3BO_3	1.70
كبريتات الزنك	$ZnSO_4.7H_2O$	0.22
كبريتات النحاس	$CuSO_4.5H_2O$	0.08

(Hoagland و Arnon، 1950)

2–2–2– تأثير أوساط النمو المختلفة في نمو وإنتاجية الزعفران:

تم دراسة نمو وإنتاج نبات الزعفران ضمن تقنية التغذية المتقطعة – النظام المفتوح باستخدام تقنية الأوساط الصلبة، تم تنفيذ التجربة في موسمين متتالين 2019/2018، 2020/2019، حيث زرعت 90 كورمة، متوسط وزنها الكورمة بين 8–10غ، ضمن ثلاثة أوساط: البتموس، البرلايت، خليط البتموس والبرلايت (1:1)، خصص لكل وسط 30 كورمة وزعت على ثلاث قطع تجريبية، 10 لكل قطعة، كما تم توزيع كورمات التجربة على ثلاث مكررات، بحيث احتوى المكرر على ثلاث قطع تجريبية كل منها يمثل وسط محدد، تم زرع كورمة في كل أصيص، وبلغ قطر

الأصيص المستخدم 10سم والارتفاع 15 سم، تم تعبئة الأوساط المدروسة ووضعت الأصص بجانب بعضها، وكانت الأصص مثقوبة من الأسفل لتصرف الماء الزائد من الأوساط المغذية (نظام التغذية مفتوح)، تم استخدام محلول هوغلاند المغذي والذي كان يعطى بمقدار متساوي لكافة الأوساط بشكل يدوي بمعدل 200 مل كل يومين مرة، تم تغطية النظام بغطاء بلاستيكي يسمح بمرور الضوء ويمنع مرور الأمطار، تمت الزراعة في 5 أيلول في الموسم الأول والثاني، تم إيقاف عملية إعطاء المحلول المغذي في نهاية شهر نيسان، وفي الشهر السابع تم رفع الكورمات من الأصص، ليتم في الموسم الثاني الزراعة والري ورفع الكورمات بنفس المواعيد.

2-2-3- دراسة المقارنة بين تقنيات الزراعة المختلفة (الزراعة في تربة، الزراعة بدون تربة ضمن تقنيتي الأصص، التدفق العميق):

تمت مقارنة الزراعة بدون تربة ضمن نظامين هما النظام المفتوح ضمن تقنية الزراعة في أصص، والنظام المغلق ضمن تقنية التدفق العميق ومقارنتها بالزراعة الحقلية. نفذت التجربة باستخدام التقنيات الثلاث في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة خلال الموسمين 2019/2018 و2020/2019. تم زراعة 180 كورمة من نباتات الزعفران الخالية من العيوب والأمراض والمتجانسة يبلغ وزنها 12-15غ ضمن التقنيات الزراعية الثلاث، خصص لكل تقنية (60) كورمة وزعت عشوائياً إلى ثلاثة قطع تجريبية 20 كورمة للقطعة الواحدة كررت التجربة على موسمين 2019/2018 و 2020/2019.

1- تقنية الزراعة في التربة:

تم زراعة 60 كورمة ضمن ثلاثة قطع تجريبية ضمن كل قطعة تجريبية 20 كورمة، مساحة القطعة التجريبية الواحدة (1م^2)، لتزرع ضمنها الكورمات على 4 خطوط تبعد عن بعضها 25سم، وضمن كل خط خمسة نباتات المسافة بين نبات وآخر 20سم، وسمدت هذه القطع التجريبية وفقاً لتوصية (Kumar وزملاؤه، 2013) من حيث الكميات والمواعيد والتي تتضمن إستخدام السماد

العضوي البقري المتخمر بمعدل 10 طن.هكتار$^{-1}$، والمعادلة السمادية والتي تشير إلى استخدام NPK بمعدل 120،100،90 كغ.هكتار$^{-1}$ كوحدات صافية، أضيف السماد العضوي البقري المتخمر بمعدل 1 كغ.م$^{-2}$، في حين تم استخدام اليوريا (46%) كمصدر للآزوت بمعدل 20غ.م$^{-2}$ من اليوريا، والفوسفور بشكل سوبر فوسفات ثلاثي 45% (P_2O_5) بمعدل 22غ.م$^{-2}$، والسماد البوتاسي بشكل سلفات البوتاسيوم 48% (K_2OSO_4) بمعدل 25 غ.م$^{-2}$، تمت إضافة السماد العضوي والفوسفوري والبوتاسي أثناء تحضير التربة للزراعة حيث تم تجهيز الأرض من خلال إجراء حراثة عميقة لتربة الموقع على العمق 40 سم مرتين متتاليتين وبشكل متعامد، وتم تنعيم التربة يدوياً على العمق 20سم، بينما أضيف السماد الآزوتي على دفعتين الأولى عند الزراعة والثانية بعد اكتمال الإزهار وتسارع تكشف الأوراق، تم اعتماد ري النباتات بدءاً في تاريخ الزراعة (13 أيلول) ثم اعطائها ريَّة أسبوعياً حتى نهاية الإزهار وبعدها تم اعتماد الري الشهري حتى اصفرار النبات بتاريخ (30 نيسان) وفي كل رية تم إعطاء النبات ما يعادل 50 مل للنبات.

2- تقنية الزراعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق:

زرعت 60 كورمة في ثلاثة قطع تجريبية، حيث ضمت القطعة الواحدة 20 نبات، وتتألف القطعة التجريبية من أنبوبين بلاستيكيين طول الواحد 200سم، قطره 10سم، تم تثقيبها كل 20سم، وضعت الكورمات ضمن كؤوس شبكية ومن أجل تثبيت النبات ومنعاً للغدق الذي تعد كورمات الزعفران حساسة له، تم رفع الكورمات داخل الكؤوس الشبكية على الخفان البركاني ومن ثم تم إحاطتها بطبقة من البتموس لتثبت الكورمات وتم استخدام محلول هوغلاند المغذي وإنشاء النظام وفق التجربة السابقة من حيث الميول وضبط حموضة الوسط والناقلية الكهربائية، وعمل المضخة الغاطسة.

3- تقنية الزراعة بدون تربة في الأوساط الزراعية:

زرعت (60) كورمة ليمثل كل (20) نبات قطعة تجريبية، زرع في كل أصيص كورمة، وبلغ قطر الأصيص المستخدم 10سم والارتفاع 15سم مملوء بوسط مؤلف من البتموس والبرلايت وبنسبة (1:1) ووضعت الأصص بجانب بعضها، وكانت الأصص مثقوبة من الأسفل لتصرف الزائد من الأوساط المغذية (نظام مفتوح)، تم استخدام محلول هوغلاند المغذي والذي كان يُعطى تبعاً للسعة الحقلية لخليط البتموس والبرلايت. وتم تقدير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية الهامة لأوساط النمو ضمن تجارب الزراعة بدون تربة بهدف تحديد السعة الحقلية وبالتالي الكميات المطلوبة من المحلول المغذي.



الصورة (5)؛ الأوساط الثلاثة التي تم إختبارها ضمن تقنية الأصص – نظام التغذية المفتوح.

تقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لأوساط النمو المستخدمة:

1- الكثافة الظاهرية للوسط (غ.سم$^{-3}$):

أخذت عينات (50 سم^3) من أوساط النمو (مجففة على الدرجة 105م° لمدة 24 ساعة) وبمعدل ثلاثة مكررات من كل وسط زراعي، ومن ثم وزنت على ميزان دقيق. وضعت العينات في سليندر

مدرج بشكل جيد وبدون ترك فراغات وسجل حجم الوسط، وحسبت الكثافة الحجمية للوسط على النحو التالي:

$$\text{الكثافة الظاهرية للوسط } \left(\text{غ.سم}^{-3}\right) = \frac{\text{وزن الوسط الجاف تماماً (غ)}}{\text{حجم الوسط (سم}^3\text{)}}$$

2- المحتوى الرطوبي الوزني (%):

أخذت عينة مقدارها (50 سم^3) من كل وسط زراعي ووزنت باستخدام ميزان حساس، أشبعت العينات بالمياه لمدة ساعتين وبعد الترشيح تم وزن العينات الرطبة، ووضعت العينات المشبعة بالرطوبة ضمن ورق قصدير وجففت على الدرجة 105م° لمدة 24 ساعة وتم حساب الرطوبة الوزنية كنسبة مئوية (%) كالتالي:

$$\text{المحتوى الرطوبي الوزني (\%)} = \frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف}-\text{وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة بعد التجفيف}} \times 100$$

3- المسامية الكلية (%):

تعبر المسامية عن حجم الفراغات الموجودة في الوسط ومحتواه من الهواء حسب Handreck وBlack (2005). وضعت عينة وسط النمو المراد قياس مساميته للماء والهواء في وعاء مدرج حجمه 50 سم^3 على طاولة وتم قياس حجم الوسط. ثم وزنت عينة الوسط المعلومة الحجم (50 سم^3) قبل وضعها في دورق حجمه (250 سم^3) وأضيف الماء المقطر إليه حتى وصوله للتدريج المعلوم له يتم حساب الماء المضاف بالسليندر المدرج. والمعادلات التالية لمعرفة مسامية وسط النمو:

- ❖ حجم الوسط بدون مسام = حجم الدورق – حجم الماء المضاف.
- ❖ حجم الفراغات المسامية = حجم الوسط – حجم الوسط بدون مسام.
- ❖ المسامية الكلية = حجم الفراغات المسامية/حجم الوسط الأصلي × 100.

4- السعة الحقلية (%):

أخذ (50 سم^3) من كل وسط وأضيف إليها 200 مل ماء مقطر وترك في دورق سعة 500 مل لمدة ساعتين حتى تتشرب حبيبات الوسط بالماء، تم بعد ذلك ترشيح الأوساط وحسبت كمية المياه الراشحة، وبطرحها من الكمية المضافة نتجت كمية المياه المحجوزة بكل وسط (Lemaire، 1990). وتحسب كالتالي:

$$\text{السعة الحقلية (\%)} = \frac{\text{كمية المياه المحجوزة بالوسط}}{\text{كمية المياه المضافة}} \times 100$$

5- درجة الحموضة (pH) الوسط:

تم قياس درجة حموضة الخلطات المختلفة باستخدام جهاز قياس درجة الحموضة pH بعد الحصول على معلقات أوساط النمو حيث أضيف الماء المقطر إلى الوسط لزراعي بنسبة 5:1 حجماً وذلك في دورق مخروطي سعة 500 مل وتم رجه لمدة 10 دقائق ومن ثم تركه لمدة ساعة تقريباً ورشح بعد ذلك (حداد وعبيد، 2010).

تم معايرة الجهاز قبل إجراء القياسات باستخدام المحاليل القياسية pH=4 و pH=7 ومن ثم غمس قطب الجهاز بالمعلق وسجلت القراءة الناتجة ونفذت التجربة بظروف المختبر.

6- الناقلية الكهربائية (EC) m.dS^{-1} والأملاح الكلية الذائبة (TDS) ملغ.ل$^{-1}$.

تم قياس الناقلية الكهربائية للوسط الزراعي في مستخلص مائي (5:1) حجماً بعد الرج والترشيح، ومن ثم سجلت القراءات الناتجة (Lemaire وزملاؤه، 1990).

تتناسب الناقلية الكهربائية للمحاليل مع تركيز الأملاح المتشردة فيها. وتم حساب الأملاح الكمية الذوابة حسب القانون التالي: ppm = 640 × EC($^{-1}$m.ds) (ملغ. ل$^{-1}$).

أخذت عينات التربة الخاصة بالدراسة من مزرعة أبي جرش في موقع الزراعة على عمق 30 سم.

الجدول (6)؛ الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأوساط النمو المدرو.

الوسط	المسامية الكلية (%)	السعة الحقلية	المحتوى الرطوبي الوزني (%)	الناقلية الكهربائية ($^{1-}$m.dS)	الكثافة الظاهرية (غ.سم$^{-3}$)	درجة حموضة الوسط	الأملاح الكلية الذوابة (ملغ.ل$^{-1}$)
تربة (شاهد)	46.18	24.23	50.36	0.48	1.19	7.9	356.10
بيتموس	90.80	69.56	40.20	0.39	0.22	5.2	253.40
البرلايت	85.33	60.1	24.44	0.20	0.11	6.5	128
خليط بتموس+برلايت	88.74	62.4	27.16	0.18	0.28	5.7	190

القراءات والتحاليل:

قراءات المجموع الخضري:

- ❖ تم أخذ القراءات الخاصة بالنسبة النامية من الكورمات يومياً في حين أخذت قراءات نمو المجموع الخضري مرة كل /10/ أيام من ظهور النمو الأول من الكورمة حتى مرحلة السكون، وسجلت القراءات بالشكل التالي: متوسط عدد النموات لكل كورمة، متوسط عدد الأوراق للنبات ومتوسط طول الورقة.
- ❖ قراءات المجموع الزهري: تم جني الأزهار يومياً، فصلت المياسم بشكل يدوي حيث تم أخذ القراءات التالية: عدد الأزهار للكورمة، طول المياسم (سم)، الوزن الرطب (ملغ) للميسم الواحد، الوزن الجاف من المياسم الناتجة من القطعة التجريبية تبعاً لعدد النباتات.

2-8-2- قراءات المجموع الجذري:

في نهاية موسم النمو بتاريخ 10 نيسان تم حساب عدد الجذور على الكورمة الواحدة وحساب متوسط طول الجذر على الكورمات (سم).

قراءات مقاييس الإكثار الكورمي:

تم قلع كامل نباتات القطعة التجريبية في 7 حزيران وتم حساب:

- معدل الإكثار الخاص بكل نبات وذلك من خلال حساب متوسط عدد الكورمات الناتجة عن كل نبات (كورمة.نبات$^{-1}$).
- متوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة من كل نبات على حدى (غ.نبات$^{-1}$).
- عدد الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ المنتجة من القطعة التجريبية الواحدة وحساب النسبة المئوية لهذه الكورمات من الكورمات الكلية.
- متوسط وزن الكورمة الناتجة: تم حسابها بقسمة مجموع وزن الكورمات على عددها.

التصميم التجريبي لتجارب الزراعة بدون تربة والتحليل الإحصائي:

- تجربة دراسة نمو وإنتاج الفئات الوزنية المختلفة لكورمات الزعفران في نظام التغذية المغلقة– تقنية التدفق العميق.
- تجربة دراسة نمو وإنتاج كورمات الزعفران في أوساط النمو المختلفة ضمن تقنية الأصص ونظام التغذية المفتوحة.
- تجربة المقارنة بين تقنيات الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة ضمن تقنية التغذية المستمرة التدفق العميق والتغذية المتقطعة في الأصص. كررت كل تجربة لموسمين متتالين 2019/2018 و2019 /2020.

صممت التجارب المذكورة أعلاه وفق التحليل العشوائي البسيط مع تحديد الفروق بين القراءات عند مستوى معنوية 95%، باستخدام تحليل One way Anova أدخلت النتائج إلى الحاسوب بواسطة برنامج Excel وذلك بحسب المعاملات والمكررات وتم التحليل باستعمال برنامج التحليل الإحصائي SPSS.



قياس وتعديل درجة الحموضة



تأسيس نظام التدفق العميق

الصورة (6)؛ تأسيس تقنية التدفق العميق.

2-3- إكثار الزعفران بالنسج:

مكان تنفيذ البحث:

تم تنفيذ هذه التجربة في مخبر التقانات النباتية في الهيئة العامة للتقانة الحيوية، في كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال العامين 2018/ 2019 و2020/2019.

المادة النباتية المستخدمة:

استخدمت كورمات الزعفران التي أخذت من الحقل الموجود في مدينة قارة، ريف دمشق، تم استخدام عدة مصادر للخزعات النباتية المزروعة (البراعم القمية، البراعم الجانبية، أجزاء من الكورمة حاوية برعم قمي وجانبي، كورمة كاملة).

تحضير الأوساط المغذية:

تم استخدام المحلول المعدني الكامل لموراشيج وسكوج MS (Murashige وSkooge، 1962) في جميع مراحل الزراعة، حضر الوسط المغذي بوضع كمية من الماء المقطر في دورق زجاجي على جهاز التسخين والتحريك المغناطيسي، وبعد ذلك أضيفت مكونات الوسط الأخرى من

العناصر الكبرى والصغرى والفيتامينات والسكروز، وكان آخرها إضافة الهرمونات تبعاً لهدف المرحلة والتجربة، تمّ ضبط pH الوسط على درجة 5.8 بإضافة قطرات من ماءات الصوديوم (NaOH) حيث تم ّقياس الـــ pH باستعمال جهاز pH meter وذلك قبل إضافة الآغار، ثم أضيفت كمية الآغار إلى المحلول وترك الوسط على جهاز التحريك والتسخين المغناطيسي حتى الذوبان التام للآغار على درجة الغليان. وزّع الوسط بعد ذلك عند درجة حرارة أعلى من 70°م في أنابيب اختبار بحجم 2.5×20 سم بمعدل 15 مل من الوسط المغذي في كل أنبوب. وسدت الأنابيب بالقطن ثم بورق السيلوفان، وعقمت بعد ذلك في جهاز الأوتوكلاف Autoclave على حرارة 121م° وتحت ضغط 1.04 كغ. سم$^{-2}$ لمدة 20 دقيقة.

الجدول (7)؛ التركيب الكيميائي للمحلول المعدني لموراشيج وسكوغ (MS) المستخدم في التجارب المنفذة خلال مراحل النمو المختلفة حسب (Auge وزملاؤه، 1984)

المحلول المعدني من العناصر الصغرى والكبرى	التركيب الكيميائي	MS (مغ.ل)$^{-1}$
نترات الأمونيوم	NH_4NO_3	1650
نترات البوتاسيوم	KNO_3	1900
كلوريد الكالسيوم المائي	$CaCl_2.2H_2O$	440
سلفات المغنزيوم المائية	$MgSO_4.7H_2O$	370
فوسفات البوتاسيوم	KH_2PO_4	170
سلفات الحديد المائية	$FeSO_4.7H_2O$	27.85
شلات الصوديوم	Na_2EDTA	37.25
سلفات المنغنيز المائية	$MnSO_4.4H_2O$	22.3
سلفات الزنك	$ZnSO_4.7H_2O$	8.6
حمض البوريك	H_3BO_3	6.2
يود البوتاسيوم	KI	0.83
مولبيدات الصوديوم المائية	$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25
سلفات النحاس المائية	$CuSO_4.5H_2O$	0.025
كلور الكوبالت المائي	$CoCl_2.6H_2O$	0.025



الصورة (7)؛ الزراعة داخل مخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية

يشمل التكاثر الخضري الدقيق أربعة مراحل وهي: الزراعة الأولية، الإكثار والاستطالة، التجذير.

2-3-1- مرحلة الزراعة الأولية:

تم تنفيذ أربع تجارب في مرحلة الزراعة الأولية هدفت إلى:

1) تحديد طريقة التعقيم الأمثل بهدف الحصول على عينات سليمة خالية من التلوث، ولها القدرة على النمو.
2) تحديد نوع الخزعة النباتية الأكثر استجابة للزراعات النسيجية والإكثار الخضري الدقيق.
3) تحديد الطريقة الأمثل للحد من ظاهرة الاسمرار.
4) تحديد الموعد الأمثل لإدخال الخزعات النباتية.

وقد تمت وفق الخطوات التالية:

2-3-1-1- تحضير الخزعات النباتية وتعقيمها:

تمت إزالة الغلاف الحرشفي الجاف المغطي للكورمات. غسلت الكورمات بعد ذلك تحت الماء الجاري لمدة 30 دقيقة، مع إضافة قليل من مسحوق الغسيل كمادة ناشرة لإزالة الأتربة والغبار والأوساخ العالقة والأحياء المجهرية، مع إضافة مادة Tween 20 بمعدل قطرة واحدة لكل 100 مل

من وسط التعقيم كمادة ناشرة لزيادة تماس سطح الأجزاء النباتية، استخدمت مواد تعقيم مختلفة وبتراكيز وأزمنة مختلفة وقد تمت عملية التعقيم تحت جهاز العزل الجرثومي (Laminar flow). ثم عوملت الكورمات بمواد التعقيم المختلفة وبتراكيز مختلفة بهدف التوصل إلى أفضل طريقة للتعقيم، حيث غمرت بالكحول تركيز 70% مدة 1 دقيقة وعوملت بعد ذلك بمحلول هيبوكلوريد الصوديوم بتراكيز مختلفة (1.5، 2، 3%) مدة 20 دقيقة، ثم غسلت بالماء المقطر المعقم ثلاث مرات بفاصل زمني 7 دقائق، حيث تمت عملية التطهير السطحي تحت جهاز العزل الجرثومي. تم تحضير محلول التعقيم باستخدام الكلوروكس التجاري (تركيز هيبوكلوريد الصوديوم 5.25%) وذلك بحساب الكمية المطلوبة لكل تركيز، ومن ثم تكملة الحجم بالماء المقطر والمعقم إلى 1 ليتر. تظهر عدة مشاكل أساسية في طور الزراعة الأولية مثل التلوث وخاصة بأنَ الأجزاء المستخدمة في الزراعة تنمو تحت الأرض (كورمات). وضمن هذا السياق تم تنفيذ عدة تجارب لتعقيم العينات النباتية، وبعد عدة تجارب تم وضع تحديد التركيز الأفضل من هيبو كلوريد الصوديوم لتعقيم كورمات الزعفران.

2-3-1-2- الحد من ظاهرة الاسمرار:

ظهرت مشكلة الاسمرار في طور الزراعة الأولية، وهي تأكسد المواد الفينولية المفرزة وبكميات كبيرة جداً من سطح الأنسجة النباتية، والتي تجعل الوسط مسمراً، وتعد هذه المواد عاملاً محدداً لنمو الأنسجة النباتية، ولذلك لا بد من التغلب عليها ومنع إفرازها، ولتحقيق هذا الغرض وتخفيف المشكلة تمت المقارنة بين مادتين هما الفحم النشط وحمض الأسكوربيك، إذ استخدم ضمن هذه التجربة الوسط المخصص للزراعة الأولية وهو MS مضافاً له 2 ملغ.ل$^{-1}$ BAP و0.1 ملغ.لتر$^{-1}$ IBA، وزود بمقدار 3 ملغ. ليتر$^{-1}$ فحم نشط، أو تم إضافة أسكوربيك أسيد بمعدل 0.1غ.ليتر$^{-1}$ ومقارنتها مع وسط MS السابق ذكره، استخدمت في هذه التجربة خزعة مؤلفة من برعم قمي + جانبي، بلغ عدد الأنابيب 20 أنبوب في التجربة الواحدة وكررت ثلاث مرات لكل نوع من المادتين المستخدمتين بالإضافة للشاهد.

- نسبة الاسمرار % $= \frac{\text{عدد العينات المسمرة}}{\text{عدد العينات المزروعة الكلي}} \times 100$
- العينات النامية % $= \frac{\text{عدد العينات النامية}}{\text{عدد العينات المزروعة الكلي}} \times 100$
- عدد الأيام اللازمة لظهور النموات.

تم تقدير نسبة الاسمرار بعد 30 يوماً من الزراعة الأولية، تم تقدير الاستجابة للنمو والزمن اللازم لها بعد 90 يوماً.

2-3-1-3- تأثير نوع الخزعات في نسبة الاستجابة للنمو:

هدفت هذه الخطوة لتحديد نوع الخزعة الأكثر استجابة للزراعة الأولية، حيث تم عزل الخزعات من الكورمات التي سبق تعقيمها تحت جهاز العزل الجرثومي، وزرعت في وسط الزراعة الأولية كما هو موضح بالجدول (7).

تم أخذ أربعة أنواع من الخزعات النباتية هي:

1. براعم قمية بطول 5-7 مم.
2. براعم جانبية 2-3 مم.
3. أجزاء من الكورمة حاوية برعم قمي وجانبي 8-10مم.
4. كورمات صغيرة قطرها 5 ملم.

زرعت الخزعات في الوسط المغذي الخاص بالزراعة الأولية والموضح تركيبه في الجدول (7) المؤلف من وسط MS مضافاً له 2ملغ.ل$^{-1}$ من BAP و0.1 ملغ.ل$^{-1}$ من IBA، تم تحضين العينات النباتية المزروعة في غرفة النمو في درجة حرارة 22مْ وإضاءة 16 ساعة و8 ساعات ظلام، وشدة ضوئية 2000 لوكس، حيث تمت زراعة 20 خزعة من كل نوع من العينات المدروسة على وسط الزراعة الأولية، وبمعدل ثلاث مكررات لكل نوع من الخزعات.

$$\text{نسبة العينات النامية \%} = \frac{\text{عدد العينات النامية}}{\text{عدد العينات المزروعة الكلي}} \times 100$$

وقد تم تقييم الاستجابة بعد 30 يوماً من الزراعة على الأوساط المغذية.

أخذت النتائج على أساس متوسط أربع تجارب خلال أشهر تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الأول والثاني.

2-3-1-4- دراسة تأثير موعد إدخال الخزعة في نسبة الاستجابة للنمو:

تم تحديد الموعد الأمثل لإدخال الخزعات الأكثر استجابة والمؤلفة من برعم قمي + جانبي حيث تم الإدخال ضمن ست فترات زمنية كل منها شهرين، تم بدء الإدخال بعد نهاية طور سكون براعم الزعفران في الشهر السابع من السنة (تموز) حيث تم إدخالها خلال 6 فترات زمنية وفق التالي: تموز وآب – أيلول وتشرين الأول- تشرين الثاني وكانون الأول-كانون الأول وشباط – آذار ونيسان – آيار وحزيران. تم الإدخال على وسط الزراعة الأولية الموضح في الجدول (7) المؤلف من MS+ 2ملغ.ل$^{-1}$ BAP+ 0.1 ملغ.ل IBA^{1-}، تم ضمن كل فترة زمنية إدخال 20 خزعة كررت التجربة ثلاث مرات، في كل مرة تم قسم النباتات المدخلة إلى قسمين إذ أدخل 10 نباتات ضمن كل شهر، وتم تسجيل النتائج بنهاية كل شهر ومن ثم حساب متوسط نتائج الشهرين لكل فترة زمنية.

$$\text{العينات النامية \%} = \frac{\text{عدد العينات النامية}}{\text{عدد العينات المزروعة الكلي}} \times 100$$

تم في طور الزراعة الأولية تحديد التركيز الأمثل للهيبوكلوريد للتعقيم الأفضل ونوعية الخزعة الأكثر استجابة، احتساب نسبة الاسمرار، نسبة العينات النامية بعد محاولة الحد من ظاهرة الاسمرار ضمن الخزعات الأكثر استجابة، وتحديد الموعد الأمثل للقيام بعملية الإدخال وذلك خلال العام الأول للتجربة (2019/2018).

2-3-2- مرحلة الإكثار والاستطالة:

تهدف مرحلة الإكثار إلى الحصول على أكبر عدد ممكن من النموات الخضرية جيدة النمو، لذا تم في البداية نقل جميع أنواع العينات النامية والناتجة عن مرحلة الزراعة الأولية إلى الأوساط المغذية.

وتم في هذه المرحلة دراسة تأثير تركيز السيتوكينين في كل من النسبة المئوية لتكون النموات، معدل تكون النموات، طول النموات، والنسبة المئوية لتكون المجموع الخضري.

تمت دراسة تأثير التراكيز المختلفة لسيتوكينين BAP بنزيل أمينو بورين بتراكيز مختلفة (0، 1، 2، 3، 4، 5، 6 ملغ.ل$^{-1}$) حيث تمت الزراعة باستخدام المحلول المعدني الكامل لموراشيج وسكوج (MS)، مضافا له (1مل.ل$^{-1}$ ثيامين + 100 ملغ.ل$^{-1}$ ميواينوسيتول +2مل.ل$^{-1}$ غلايسين +0.5 مل.ل$^{-1}$ حمض الفوليك +5 مل.ل$^{-1}$ بيروكسيدين +100 ملغ.ل$^{-1}$ فيتامين C + 30غ.ل$^{-1}$ سكروز+ 7 غ.ل$^{-1}$ آجار- آجار +0.1 ملغ. ل$^{-1}$ IBA.

ثم وضعت في غرفة النمو على حرارة 22 ±2°م وإضاءة 16 ساعة يومياً بشدة 3000 لوكس.

تم النقل ثلاث مرات بمعدل مرة كل 4 أسابيع على وسط جديد يحوي المكونات نفسها، كررت كل معاملة ثلاث مرات بحيث احتوى كل مكرر على 10 عينة نباتية، كما تم تسجيل كل من النتائج التالية بعد 90 يوماً من الزراعة:

- النسبة المئوية لتكون النموات ذات الاستطالة $= \frac{\text{عدد النموات التي كونت استطالة}}{\text{العينات المزروعة الكلي}} \times 100$
- معدل الإكثار $= \frac{\text{مجموع عدد النموات الكلية المتكونة في كل العينات}}{\text{عدد العينات النامية}}$
- متوسط استطالة النموات (سم).
- النسبة المئوية لتكون المجموع الخضري % $= \frac{\text{عدد العينات التي كونت مجموع خضري}}{\text{عدد العينات المزروعة الكلي}} \times 100$

2-3-3- مرحلة تكون الكُريّمات:

تم دراسة تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الكُريّمات وعددها، وتم اختبار ثلاثة أنواع من الأكسين IBA، 2,4-D، NAA تركيز 1ملغ.ل$^{-1}$، حيث تم استخـــدامها مع BAP ضمن التركيز الذي أبدى أعلى معدل لتكون النموات بتركيز (4 ملغ.ل$^{-1}$)، في وسط موراشيج وسكوج (MS)، ومضافا له 1مل.ل$^{-1}$ ثيامين + 100 ملغ.ل$^{-1}$ ميواينوسيتول + 2مل.ل$^{-1}$ غلايسين +0.5 مل.ل$^{-1}$ حمض الفوليك + 5مل.ل$^{-1}$ بيروكسيدين + 100 ملغ.ل$^{-1}$ فيتامين C + 30غ.ل$^{-1}$ سكروز+ 7غ.ل$^{-1}$ آجار- آجار، كما نقلت لهذه الأوساط كافة النموات الناتجة من المرحلة السابقة، بقيت الكورمات على هذا الوسط 30 يوم في النهاية، تم تسجيل نسبة تكون الكورمات وعدد الكورمات بعد 150 يوم من الزراعة الأولية كررت كل معاملة ثلاث مرات بحيث احتوى كل مكرر على 10 عينة نباتية (أنبوب).

تم حساب متوسط عدد الكورمات كالتالي:

$$\text{النسبة المئوية لتكون الكورمات \%} = \frac{\text{عدد العينات التي كونت كورمات}}{\text{عدد العينات المزروعة الكلي}} \times 100$$

2-3-4- دراسة تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الجذور وعددها:

تم نقل كافة الخزعات التي أعطت نموات ولم تتمكن من تشكيل كورمات إلى أوساط MS مضافاً له نوعين من الأوكسين هما IBA و NAA بتركيز 2 ملغ.ل$^{-1}$ لكل منهما، حيث بقيت على هذا الوسط 30 يوماً، وبعد 6 أشهر من بدء الزراعة المخبرية، وبعد المرور في الزراعة الأولية والإكثار والوصول لمرحلة تكون االنموات وتكون الكورمات، تم حساب النسبة المئوية للخزعات التي كونت جذور وعدد الجذور في كل معاملة التي كررت ثلاث مرات وكل مكرر مؤلف من 10 أنبوب.

التحليل الإحصائي:

تم تصميم التجارب المخبرية ضمن الظروف المتحكم بها باستخدام التصميم العشوائي RCD (Randomized Completely Design)، وتم التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS وعبر تحليل Univariate على مستوى معنوية 99 %.

2-4- تجربة التقدير الكيميائي لمحتوى المياسم من المواد الفعالة الناتجة (الكروسين، البيكروكروسين، السافرنال):

تم تنفيذ تجربتين:

1- تقدير محتوى المواد الفعالة ضمن المياسم الناتجة من تجارب التسميد لدراسة أثر معاملات التسميد المختلفة في المواد الفعالة الناتجة .

2- تقدير أثر طول مدة التخزين في محتوى المواد الفعالة داخل المياسم.

تم إجراء التحاليل الخاصة بنسبة المواد الفعالة ضمن المعايير الخاصة بالأبحاث العلمية، بواسطة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) وذلك في مخابر الهيئة العامة للتقانات الحيوية.

2-4-1- تأثير نوع السماد في محتوى المواد الفعالة:

تم تقدير محتوى المياسم تبعاً لنوع التسميد خلال الموسمين وذلك خلال الموسم 2018 والموسم 2019، وتم تقدير كل منها في نفس سنة الإنتاج نفسها بعد مرور 4 أشهر على جني المنتج تم أخذ عينات المياسم المجففة من إنتاج الكورمات المزروعة في منطقة قارة في ريف دمشق وفق تجربة التسميد، حيث تم حفظ المنتج المتمثل بالمياسم المجففة على درجة حرارة الغرفة في قوارير زجاجية مظلمة بعيدة عن الضوء وفي مكان جاف بعيد عن الرطوبة، تم أخذ عينة من كل قطعة من القطع التجريبية الثلاث الخاصة بالمعاملة السمادية وزن كل منها 3غ.

2-4-2- تجربة تقدير تأثير تخزين مياسم الزعفران في محتوى المواد الفعالة:

تم جمع العينات على مدار خمسة مواسم متتالية من 2016 وحتى 2020م، أخذ من كل عام ثلاثة مكررات وزن كل منها 3غ أخذت من معاملات التسميد العضوي، وتم تجفيف العينات في حرارة الغرفة وتخزينها بدرجة حرارة الغرفة في قوارير زجاجية مظلمة دون أنَّ تتعرض للضوء.

2-4-3- تقدير محتوى المياسم من المواد الفعالة (الكروسين، البيكروكروسين، السافرنال) بواسطة جهاز السبيكتروفوتوميتر:

تم تحليل عينات المياسم الزعفران في مخبر الهيئة العامة للتقانة الحيوية، لتحديد تركيز المكونات الفعالة الأساسية في الزعفران وهي الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال وذلك بوساطة جهاز الامتصاص الضوئي (Spectrophotometer) على أطوال الموجات التالية 440 نانو متر لتحديد تركيز الكروسين المسؤول عن اللون، ثم على طول موجة 330 نانو متر لقياس تركيز السافرنال المسؤول عن الرائحة، ثم على طول موجة 257 نانو متر لقياس تركيز البيكروكروسين المسؤول عن الطعم وذلك وفق الإيزو (2014).

طحنت العينات بجهاز الطحن الكهربائي، ثم أخذ 500ملغ من الزعفران الجاف والمطحون ووضعت في قوارير وأضيف لها ماء مقطر حتى الوصول إلى 500مل من الماء المقطر، ثم وضعت القوارير في جهاز الرجاج لرجها مدة 1ساعة، ثم وضعت القوارير في الظلام لمدة 24ساعة، تم أخذ المحلول وفلترته بسرعة في فلتر ورقي (0.5 ملم)، تم أخذ 1مل من المحلول الذي تم تمريره على الفلتر (المرشح)، ومن ثم تمديده بالماء المقطر للوصول إلى 25مل، تم تكرار ثلاث قراءات لكل عينة مع مراعاة وجود خلية الشاهد التي تحوي على الماء المقطر. (ISO 3236-2- 2014).

أخضعت القراءات السابقة للمعادلة التالية:

$$E^{1\%} = \frac{D \times 1000}{m \times (100 - H)}$$

$E^{1\%}$: الإمتصاصية عند طول موجة معينة.

D: قراءة الجهاز عند طول الموجة الخاصة بكل مادة فعالة.

m: وزن عينة المياسم المستخدمة (غ).

H: نسبة الرطوبة في عينة المياسم، حيث اعتبرت 7% وفقاً (Hosseinzadeh و Sadeghnia زملاؤه، 2007)

لتحديد الجودة تم مقارنة الناتج من تطبيق المعادلة السابقة بالأرقام القياسية الموضوعة من قبل المنظمة العالمية لتصنيف الجودة (ISO).

الجدول (8)؛ معايير جودة نبات الزعفران (ISO/TS 3632- 2014)

الصفة Characteristic	زعفران مجفف	طريقة الاختبار Test method	
Category I	70<	Picrocrocin (257nm)	ISO3632-2-2014 Clause13
Category II	70−55<		
Category III	55−40<		
Category IV	40>		
Min	20	Safranal (330)	
Max	50		
Category I	200−170<	Crocine (440 nm)	
Category II	170−120<		
Category III	120>		

التحليل الإحصائي:

التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS وتحليل Univariate لتجربة تأثير نوع التسميد، وتجربة تأثير طول مدة التخزين عند مستوى معنوية 1%.



جهاز السبيكترو فوتوميتر



المحاليل المخصصة لقياس محتوى المياسم من المواد الفعالة

الصورة (8)؛ تحليل محتوى المواد الفعالة في النبات

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة

Result And Descution

3-1- تجربة تأثير معاملات التسميد في نمو وإنتاج نبات الزعفران حقلياً في المواسم المتتالية:

3-1-1- تأثير معاملات التسميد في نسبة الكورمات النامية (%) في المواسم المتتالية:

تشير نتائج التحليل الإحصائي في (الجدول 9) إلى ارتفاع نسبة الكورمات النامية في كافة المواسم وكافة معاملات التسميد بما فيها الشاهد وفي التفاعل بين معاملات التسميد المختلفة والمواسم حيث بلغت 100%، ويرجع ذلك لأنَ الكورمات المستخدمة في الزراعة هي كورمات سليمة منتقاة بدقة وعناية، خالية من العيوب ذات وزن جيد يفوق 8غ، إذ أنَّ اختيار الكورمات السليمة ذات القياسات المناسبة هي عامل حاسم في تكشف النموات من الكورمة (LeNard وHertogh، 2002) واستمرار نموالنبات وإنتاجه، بالإضافة إلى توفر الظروف البيئية المناسبة من حيث الحرارة، الرطوبة، الضوء، وعدم إصابتها بالأمراض وحمايتها بشكل جيد من القوارض، حيث تؤثر هذه العوامل بشكل كبير في إنطلاق نمو النبات (Pandy وSrivastava، 1979).

الجدول (9)؛ تأثير معاملات التسميد في نسبة الكورمات النامية (%) في المواسم المتتالية.

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2018	الموسم الرابع 2019	
الشاهد	100	100	100	100	100
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	100	100	100	100	100
يوريا 200كغ.كتار$^{-1}$	100	100	100	100	100
عضوي	100	100	100	100	100
عضوي+100كغ.هكتار$^{-1}$	100	100	100	100	100
عضوي+ يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	100	100	100	10	100
المتوسط	100	100	100	100	
LSD(5%)	التفاعل	معاملات التسميد		متوسط المواسم	
	NS	NS		NS	

NS: غير معنوي عند مستوى معنوية 5%

3-1-2- تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة لظهور نمو واحد من النبات في المواسم المتتالية:

تشير النتائج إلى عدم وجود فروق معنوية في عدد الأيام اللازمة لبداية ظهور نمو من الكورمات بين الموسم الأول والثاني والثالث حيث بلغت 36.63، 36.05، 35.35 يوم على الترتيب، في حين انخفض عدد الأيام اللازمة لبداية ظهور النمو في الموسم الرابع إلى 33.36 يوم (الجدول، 10).

كان لمعاملات التسميد المختلفة تأثيراً معنوياً في عدد الأيام اللازمة لظهور النموات، إذ يوضح (الجدول 10) أنَّ أقل عدد من الأيام اللازمة لبداية تكشف النموات كان في معاملة السماد العضوي، وخليطه مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ بدون فرق معنوي بينها (33.77، 33.96، 33.46 يوم) على التوالي، تلاها وبفرق معنوي عدد الأيام اللازمة لبداية ظهور النموات في معاملتي التسميد باليوريا عند المستويين 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (36.07، 35.39 يوم) على الترتيب، دون فروق معنوية فيما بينها، وأما أكبر عدد من الأيام اللازمة لظهور النموات كان في معاملة الشاهد (39.44 يوم). بالنسبة لتأثير التفاعل بين المواسم ومعاملات التسميد، لم يلحظ في الموسم الأول فروق معنوية في عدد الأيام اللازمة لبداية ظهور النموات بين الشاهد وكافة المعاملات الأخرى، وسجل في الموسم الثاني أقل عدد من الأيام اللازمة لظهور النموات في معاملات خليط السماد العضوي مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ والسماد العضوي دون فروق معنوية فيما بينها تلاها دون فرق معنوي عن معاملة التسميد العضوي معاملة التسميد باليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ التي بدورها لم تظهر فرقاً معنوياً عن معاملة اليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$، ونتج عن معاملة السماد العضوي وحده وخليطه مع اليوريا في المستويين 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ في الموسم الثالث والرابع أقل عدد من الأيام اللازمة لظهور النموات في هذه المواسم بلا فرق معنوي بينها، وتلاها عدد الأيام اللازمة لظهور النموات في معاملات التسميد باليوريا في مستويين 100 و200

كغ.هكتار$^{-1}$، وظهرت أطول فترة من الأيام اللازمة لظهور النموات معنوياً في الموسم الثاني والثالث والرابع في معاملة الشاهد بالمقارنة مع كافة معاملات التسميد ضمن كل موسم على حدى (الجدول 10).

الجدول (10)؛ تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة لظهور نمو واحد من النبات في المواسم المتتالية

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2018	الموسم الرابع 2019	
الشاهد	36.67bc	41.48a	39.63a	40.00a	39.44A
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	37.000bc	36.97bc	36.51bc	33.82ef	36.07B
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	36.33bc	35.42cde	35.93bcd	33.86ef	35.39B
عضوي	36.41bc	33.96def	33.45ef	31.26g	33.77C
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	37.54b	34.26def	33.85ef	30.18g	33.96C
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	35.86bcd	34.19def	32.75fg	31.06g	33.46C
المتوسط	36.63A	36.05A	35.35A	33.36B	
LSD (%5)	المواسم	معاملات التسميد	التفاعل		
	2.06	0.89	1.34		

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل.

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم.

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية.

تظهر النتائج عدم وجود اختلافات معنوية في عدد الأيام اللازمة لبداية ظهور النموات من الكورمات المزروعة في الموسم الأول بين معاملات التسميد المختلفة، وهذا مايتوافق مع نتائج Turhan وزملاؤه (2007) كما يتوافق مع نتائج Dalve وزملاؤه (2009)، يرجع وذلك لاستخدم كورمات ذات وزن موحد حيث أنَّ وزن الكورمة هو من أهم العوامل المحددة لزمن ظهور النموات والأزهار (Pandy وSrivastava، 1979).

تشير نتائج معاملات التسميد أنَّ استخدام السماد العضوي وحده أو في خليط مع اليوريا ساهم في تقليل الزمن اللازم لظهور النموات مقارنة مع معاملة الشاهد ومعاملتي التسميد باليوريا بالمستويين 100 و200كغ.هكتار$^{-1}$ حيث أنَّ تحلل السماد العضوي ترفع درجة حرارة التربة، ممايشجع ظهور النموات من الكورمات تحت ظروف الرطوبة المناسبة (Shankar وزملاؤه،

2010؛ Baruati وزملاؤه، 2018)، أما الزيادة المعنوية في عدد الأيام اللازمة لظهور النموات من الكورمات في الموسم الثاني والثالث والرابع في معاملة الشاهد فتعود لتراجع وزن الكورمات الناتجة من الكورمة الأم المزروعة مقارنة مع تلك التي تم تسميدها بالسماد المعدني والعضوي ولاسيما عند المقارنة مع استخدام الخليط بينهما (Verma وزملاؤه، 2008؛ Kirmani، 2010)، حيث أنَّ صغر وزن الكورمة هو من أهم العوامل التي تؤدي لتأخر الزمن اللازم لتكشف النموات من الكورمة مقارنة مع الكورمات الأكبر (Douglas وزملاؤه، 2014؛ Özel وزملاؤه، 2017).

ويمكن يرجع انخفاض الزمن اللازم لظهور النموات في الموسم الرابع لانخفاض العمق الذي وصلت إليه الكورمات بتتالي السنين، حيث تنمو الكورمات الجديدة فوق الكورمات القديمة وبالتالي فإنها سوف تزحف نحو سطح التربة بمعدل 1–2 سم سنوياً، ولذا ستصبح الطبقة من التربة التي تعلو الكورمات ضئيلة (Rangahau، 2003)، حيث أنَّ انخفاض عمق الزراعة يؤدي لانخفاض الزمن اللازم لظهور النموات مقارنة مع الأعماق الأكبر (Hagiladi وزملاؤه، 1992).

3–1–3– تأثير معاملات التسميد في عدد النموات وعدد الأوراق الناتجة من النبات في المواسم المتتالية:

تدل نتائج التحليل الإحصائي في (الجدول 11) أنَّ تقدم أدى إلى زيادة معنوية في عدد النموات بلغت 5.5، 7.85، 10.49، 13.17 نمو.نبات$^{-1}$ من الموسم الأول وحتى الرابع، على الترتيب. وتبرز النتائج في الجدول نفسه أنَّ أقل عدد للنموات كان في معاملة الشاهد إذ بلغ 6.16 نمو. نبات$^{-1}$، تلاها معاملتي اليوريا وحدها عند المستويين 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (8.28، 7.91 نمو. نبات$^{-1}$) على الترتيب، وكان لاستخدام السماد العضوي وحده أو مخلوط مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ أثراً معنوياً في زيادة عدد النموات حيث بلغت 10.47، 11.32، 11.37 نمو. نبات$^{-1}$ على التوالي دون فروق معنوية بينها.

تشير نتائج التفاعل في (الجدول 11) إلى تفوق كافة معاملات التسميد معنوياً على معاملة الشاهد في المواسم الأربعة، وبمقارنة معاملات التسميد فيما بينها يلاحظ عدم وجود فروق معنوية بين معاملات التسميد في الموسم الأول، في حين تفوقت معنوياً معاملات التسميد التي تضمنت السماد العضوي منفرداً أو خليطاً على معاملتي التسميد باليوريا 100 و200 كغ .هكتار$^{-1}$ في الموسم الثاني والثالث. وأما في الموسم الرابع فقد كانت الفروق معنوية بين معاملات التسميد، وقد تفوق معنوياً عدد النموات التي أعطتها النباتات المسمدة بمعاملة خليط السماد العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ على التوالي دون فروق معنوية بينها، على معاملة السماد العضوي ومعاملتي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$.

الجدول (11)؛ تأثير معاملات التسميد في عدد النموات الناتجة في المواسم المتتالية (نمو.نبات$^{-1}$)

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2018	الموسم الرابع 2019	
الشاهد	3.37h	5.28c	7.000f	9.00e	6.16C
يوريا 100كغ.هكتار $^{-1}$	5.34g	7.15f	8.63e	12.000c	8.28B
يوريا 200كغ.هكتار $^{-1}$	5.32g	7.33f	8.67e	10.33d	7.91B
عضوي	6.20fg	9.33e	12.67bc	13.67b	10.47A
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار $^{-1}$	6.47fg	8.67e	13.67b	16.50a	11.32A
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار $^{-1}$	6.3fg	9.33e	12.33c	17.50a	11.37A
المتوسط	5.5D	7.85C	10.49B	13.17A	
LSD (%5)	المواسم		معاملات التسميد		التفاعل
	1.28		0.63		0.51

* يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بين معاملات التفاعل.

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم.

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية.

تُظهر النتائج في الجدول (12) أنَّ لمعاملات التسميد في المواسم المتتالية تأثيراً معنوياً في عدد الأوراق الناتجة من النبات، فقد ظهرت زيادة معنوية في عدد الأوراق بتقدم المواسم، إذ بلغ متوسط عدد الأوراق من الموسم الأول وحتى الرابع 38.24، 72.42، 112.01، 152.24 ورقة.نبات$^{-1}$ على الترتيب. كما كان للمعاملات السمادية تأثيراً في عدد الأوراق الناتجة فقد أعطى

الشاهد أقل عدد للأوراق (60.54 ورقة.نبات$^{-1}$)، بينما أدى استخدام اليوريا في المستويين 100 و 200 كغ.هكتار$^{-1}$ إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق (87.87، 85.52 ورقة.نبات$^{-1}$) على الترتيب دون فروق معنوية فيما بينها، وحققت معاملة السماد العضوي زيادة معنوية في عدد الأوراق (95.52 ورقة.نبات$^{-1}$)، في حين تفوقت معنوياً معاملتي الخليط بين السماد العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (117.05، 123.46 ورقة.نبات$^{-1}$) على الترتيب على كافة المعاملات الأخرى. وتشير نتائج التفاعل في (الجدول 12) إلى تفوق كافة معاملات التسميد معنوياً على معاملة الشاهد في المواسم الأربعة، وقد لوحظ تفوقاً معنوياً لمعاملات خليط السماد العضوي مع مستوييي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ في الموسم الأول والثاني على معاملات التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، ولكن دون أنّ تشكل فرقاً معنوياً عن معاملة السماد العضوي وحده، وتفوقت معنوياً في الموسم الثالث كل من معاملتي خليط السماد العضوي مع اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ دون فروق معنوية فيما بينها على معاملة السماد العضوي وحده وعلى معاملات التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، بينما وصل عدد الأوراق في الموسم الرابع في معاملة السماد العضوي مع اليوريا في المستوى الأعلى 200 كغ.هكتار$^{-1}$ إلى 233.33 ورقة.نبات$^{-1}$ والذي تفوق على كافة معاملات التسميد الأخرى.

الجدول (12)؛ تأثير معاملات التسميد في عدد الأوراق الناتجة من النبات (ورقة.نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية.

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2018	الموسم الرابع 2019	
الشاهد	27.67n	60.00k	69.500i	85.00f	60.54D
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	33.48m	72.67g	110.67e	134.67c	87.87C
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	35.59m	66.33h	98.50e	141.67c	85.52C
عضوي	42.23ml	82.33fg	122.50d	135.00c	95.52B
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	44.53l	84.67f	142.33c	196.67b	117.05A
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	47.67l	74.67f	138.17c	233.33a	123.46A
المتوسط	38.24D	72.42C	112.01B	152.24A	
LSD (%5)	المواسم		معاملات التسميد		التفاعل
	11.74		5.87		4.15

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم.

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية.

تعد الزيادة في مؤشرات النمو الخضري من حيث زيادة عدد النموات والأوراق، نتيجة حتمية لزيادة عدد الكورمات الناتجة من الكورمات الأم في الموسم الأول، إذ أنَّ الزعفران وبشكل طبيعي وحصري يتكاثر خضرياً إذ تعطي كل كورمة 3–4 كورمة في كل موسم (Fernandez، 2004)، فالكورمات المزروعة ذات النوعية الجيدة الخالية من الأمراض والتي تملك الحجم المناسب قادرة على إعطاء المزيد من الكورمات الجديدة(Gnaie وSingh، 2019) لنحصل على عدد أكبر من الكورمات في الموسم الثاني وأكبر في الموسم الثالث والرابع، وهذا بدوره يعلل الزيادة في النمو الخضري وتتفق هذه النتيجة مع العديد من الأبحاث التي تؤكد على التأثير الإيجابي لعمر الزراعة في النمو والإنتاجية (Koocheki وزملاؤه، 2006؛ Mashayekhi وزملاؤه، 2007).

بالنسبة لتأثير السماد العضوي واليوريا عبر المواسم في بعض مكونات النمو الخضري، نجد أنَه بالرغم من أنَّ السماد العضوي المأخوذ من روث البقر هو سماد بطيء التحلل لا يبدأ تأثيره بالظهور إلا بعد عام من الزراعة ويظهر تأثيره بشكل أكبر بمرور الوقت، إلا أنَّ تأثيره بدا واضحاً في مؤشرات النمو الخضري من العام الأول وفقاً (للجدولين 12،13) حيث يبدأ هذا المجموع

بالظهور عند الزراعة ويكتمل بعد 6-8 أشهر تبعاً للدورة البيولوجية للنبات (Skinner وزملاؤه، 2017)، ففي الموسم الأول تفوقت معاملة خليط السماد العضوي ومستويي اليوريا المستخدمين وكذلك معاملة السماد العضوي على معاملة الشاهد في مؤشرات النمو الخضري من حيث عدد النموات وعدد الأوراق، واستمرت هذه المعاملات في التفوق بالنسبة لعدد النموات في الموسم الثاني والثالث والرابع حتى على معاملات التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، وهذا ما يتفق مع نتائج Turhan وزملاؤه (2007) الذين درسوا تأثير وسط الزراعة في نمو نبات الزعفران، إذ تم الحصول على أعلى عدد من النموات في الوسط الذي يحتوي على طبقة مضاعفة من الروث البقري المتحلل، وكما يتوافق مع دراسة Baruati وزملاؤه (2018) على الغلاديول (*Gladiolus grandiflorus* L.) والذي عزى زيادة عدد النموات إلى دور السماد العضوي في تحسين بناء وقوام التربة وتهويتها وتوفر الأكسجين فيها ودعم نشاط الكائنات الحية الدقيقة، والاحتفاظ برطوبتها (Acharya وزملاؤه، 1988)، بالإضافة للدور المباشر للسماد العضوي في تزويد النبات بالعناصر المغذية الكبرى والصغرى منها أو بشكل غيرمباشر في زيادة إتاحة العناصر نتيجة خفض pH التربة، وكلها عوامل تساهم في تطوير البيئة المحيطة بالجذور الناتجة من الكورمة وتحفز نمو النبات وزيادة عدد النموات الناتجة من الكورمة (Koocheki وSeyyedi، 2016a). بالإضافة لدور السماد العضوي، فإنّ توافر عنصر الآزوت الذي يرتبط بشكل مباشر بعمليات الاصطناع الضوئي وزيادة محتوى الأعضاء النباتية من البروتين، كلها عوامل تساهم في زيادة النمو الخضري والتي بدورها ستنعكس على إنتاج المادة الجافة المكونة للغلة في الزعفران من خلال اصطناع الكربوهيدرات داخل النبات، وهذا ما يفسر تفوق عدد الأوراق في خليط السماد العضوي مع اليوريا ضمن المستويين المدروسين في الموسم الثالث والرابع، تتوافق هذه النتائج مع كل من Baweza (2003) و Sultana وزملاؤه (2005) والذين لاحظوا حدوث زيادة في عدد الأوراق الناتجة من كورمات الغلاديول مع زيادة كميات الآزوت.

3-1-4- تأثير معاملات التسميد في طول الأوراق (سم) في المواسم المتتالية:

تدل نتائج (الجدول 13) على عدم وجود فروق معنوية بين طول الأوراق في الموسم الأول والثاني (29.56، 29.81)، بينما حدثت زيادة معنوية في طول الأوراق في الموسم الثالث والرابع (35.73، 36.25سم) على التوالي دون فروق معنوية بينها. كان للمعاملات السمادية المختلفة تأثيراً معنوياً في طول الأوراق، بينما أعطت معاملة الشاهد أقل طول للأوراق (24.27سم) معنوياً، تلاها وبزيادة معنوية طول الأوراق في معاملات التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (31.32، 32.4 سم)، في حين ظهرت زيادة معنوية في طول الأوراق في معاملات التسميد العضوي وحده وخليطه مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (36.06، 36.08، 36.87 سم) على التوالي دون فروق معنوية بينها. وبالنسبة للتفاعل بين المواسم ومعاملات التسميد ظهر أقل طول للأوراق في معاملة الشاهد في المواسم الأربعة، تلاها طول الأوراق في معاملتي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ دون فروق معنوية بينها، بينما سُجل زيادة معنوية في طول الأوراق في معاملة السماد العضوي وخليطه مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ على التوالي دون فروق معنوي بينها في المواسم الثلاثة أما في الموسم الرابع أعطت معاملة التسميد العضوي مع 200 كغ.هكتار$^{-1}$ من اليوريا أعلى قيمة لطول الأوراق.

الجدول (13)؛ تأثير معاملات التسميد في طول الأوراق (سم) في المواسم المتتالية.

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الثالث	الموسم الرابع	
الشاهد	24.07f	21g	25.333d	26.67d	24.27C
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	26.8e	28.67e	35.19c	34.63cd	31.32B
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	28e	29.31e	36c	36.48c	32.4B
عضوي	33.33d	33.28d	38.89b	38.73b	36.06A
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	33d	33d	39.33b	39b	36.08A
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	32.167d	33.65d	b39.67	42a	36.875A
المتوسط	29.56B	29.82B	35.73A	36.25A	
LSD (%5)	**المواسم**			**0.81**	
	معاملات التسميد			**1.57**	
	التفاعل			**2.24**	

* يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم.

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية.

تظهر النتائج تفوق طول الأوراق في الموسم الثالث والرابع دون فروق معنوية بينها على الموسم الأول والثاني، مما يوافق نتائج Kumar وSharma (2017) اللذان سجلا زيادة في طول الأوراق في الموسم الثاني مقارنة بالأول، ويخالف نتائج Cardone وزملاؤه (2020) ولكن مع اختلاف ظروف التجربة التي لم تكن مسمدة والتي حدث فيها تراجع في طول الأوراق في الموسم الثاني، وهذا يوافق تراجع طول أوراق الشاهد في الموسم الثاني، كما يخالف caser وزملاؤه (2019) من حيث وجود فروق معنوية في طول الأوراق بين المواسم إذ برز لديه انخفاض معنوي في طول الأوراق في الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول، ووفق نتائج البحث لم تبرز لدينا اختلافات بين الأول والثاني بينما ازداد طول الأوراق في الموسم الثالث والرابع.

يمكن الملاحظة أنّه بالنسبة لتأثير السماد المعدني في متوسط طول الأوراق عدم وجود فروق معنوية بين معاملات السماد العضوي وحده أوخليطه مع الآزوت وكذلك لم يُلحظ فروق بين معاملات السماد الآزوتي وحده والتي تفوقت على الشاهد مما يتوافق مع نتائج Nehavi وزملاؤه (2010) الذين لم يلحظو فروق معنوية في طول الأوراق بين معاملات التسميد المعدني والعضوي والخليط

بينهما، كما تتوافق هذه النتائج مع عدم ظهور اختلافات معنوية في طول الأوراق بين معاملات التي تحوي على السماد العضوي وحده أو عند خلطه مع المستويين المختلفين من الآزوت ضمن الموسم الأول والثاني والثالث. أما في الموسم الرابع تفوقت معاملة خليط السماد العضوي واليوريا ضمن المستوى 200 كغ.هكتار$^{-1}$ على معاملة السماد العضوي ومعاملة السماد العضوي والمستوى 100 كغ.هكتار$^{-1}$ من اليوريا، إنَ عدم ظهور اختلافات معنوية بين معاملات خليط السماد العضوي واليوريا ضمن المستويين في معظم المواسم يتوافق مع Kumar وsharma (2017) والذين استخدما مواد عضوية مختلفة هي سماد المزرعة والفيركومبوست وزرق الدواجن والتي تم خلطها مع السماد المعدني NPK (120،100،90) كغ.دونم$^{-1}$ وبنسب 100،75،50 % لم يسجلا وفي موسمين متتالين وجود اختلافات معنوية في طول الأوراق ضمن النوع السمادي العضوي الواحد مهما اختلفت كمية السماد المعدني المستخدم، ولكن ظهر أعلى طول للأوراق لدى استخدام كامل كمية السماد المعدني مع 2.5 طن.هكتار$^{-1}$ على شكل خليط مكون من 33% من سماد المزرعة +33% فيركومبوست +33% زرق دواجن، حيث أعطت أكبر طول للأوراق وتفوقت على كل المعاملات التي تم فيها استخدام نوع سمادي واحد.

3-1-5- تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة للإزهار (يوم) في المواسم المتتالية:

تشير نتائج (الجدول 14) إلى أنَّ للمواسم المتتالية تأثيراً معنوياً في الزمن اللازم للإزهار، فظهر أقل عدد للأيام اللازمة للإزهار في الموسم الثالث (46 يوم)، تلاها عدد الأيام اللازمة للإزهار في الموسمين الثاني والرابع (48.28،48.22 يوم)، على الترتيب دون فروق معنوية فيما بينها، وحدثت زيادة معنوية في عدد الأيام المطلوبة للإزهار في الموسم الأول (53 يوم). كما كان لمعاملات التسميد تأثيراً معنوياً في عدد الأيام اللازمة للإزهار حيث ازداد عدد من الأيام اللازمة للإزهار في الشاهد (52.66 يوم)، وانخفض معنوياً عدد الأيام اللازمة للإزهار في معاملتي التسميد

باليوريا 100 و 200 كغ.هكتار$^{-1}$ (49.42، 49.50 يوم) على الترتيب دون فروق معنوية بينها، وظهر أقل عدد أيام للإزهار في معاملة السماد العضوي والخليط بين السماد العضوي مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (42، 47، 47.08، 47.17 يوم) على الترتيب دون فروق معنوية بينها. أما بالنسبة للتفاعل بين معاملات التسميد والمواسم المختلفة، فمن الملاحظ عدم وجود فروق معنوية في الزمن اللازم للإزهار بين كافة معاملات التسميد في الموسم الأول مقارنة مع الشاهد، في حين سجل في الموسم الثاني والثالث والرابع أقل عدد من الأيام اللازمة للإزهار في معاملة التسميد العضوي وفي خليط السماد العضوي واليوريا مع المستويين 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، بينما إزداد عدد الأيام اللازمة للإزهار معنوياً في معاملتي التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ دون فروق معنوية بينها، وسجل أكبر عدد من الأيام اللازمة للإزهار في معاملة الشاهد في جميع المواسم.

الجدول (14)؛ تأثير معاملات التسميد في عدد الأيام اللازمة للإزهار في المواسم المتتالية.

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2108	الموسم الرابع 2019	
الشاهد	52.33a	53.33a	51.67a	55.33a	52.66A
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	52a	49b	47.67cb	49b	49.42B
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	53.33a	49b	47bc	48.67b	49.5B
عضوي	53.67a	46c	43.67d	46.33c	47.42C
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	53.67a	46.33c	43d	45.33c	47.08C
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	53a	46c	43d	46.67c	47.17C
المتوسط	53A	48.28B	46.00C	48.22B	
LSD(5%)	**المواسم**	**المعاملات**		**التفاعل**	
	0.81	**1.2**		**2.22**	

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل.

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم.

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية

يتوافق انخفاض عدد الأيام اللازمة لظهور الأزهار بعد العام الأول مع نتائج كل من McGimpsey وزملاؤه (1997) وCardone وزملاؤه (2020) والذين أكدا على تناقص في عدد الأيام اللازمة للإزهار بعد الموسم الأول، ولكنها تتناقض مع نتائج Özel وزملاؤه (2017) الذي لاحظ في العام الثاني زيادة في عدد الأيام اللازمة للإزهار قدرها أربعة أيام، وقد يرجع التبكير في

الإزهار في المواسم التالية للموسم الأول وخاصة الموسم الثالث مقارنة بالمواسم الأخرى للعوامل المناخية لاسيما الحرارة والتي تختلف باختلاف المواسم (Gresta وزملاؤه، 2008؛ Cardone وزملاؤه، 2020)، حيث أنَّ انخفاض درجات الحرارة بعد الزراعة أو الرية الأولى خلال الشهر الأول من الزراعة يلعب دور عامل مشجع على الإزهار المبكر (Cardone وزملاؤه، 2020)، كما أنَّ انخفاض درجات الحرارة صيفاً الذي قد تتعرض له الكورمات الموجودة في التربة وصولاً لمرحلة ظهور النموات قد يؤدي لكسر سكون البراعم بشكل مبكر و لتسارع الإزهار Kafi وزملاؤه (2002)، فقد أوضحت دراسات Benschop وزملاؤه (1993) أنَّ الحرارة هي من أكثر العوامل البيئية أهمية في التحكم في النمو والإزهار، وذلك من خلال تأثيرها في نشاط الإنزيمات التي تتحكم بالاستقلاب داخل النبات، وقد أوضح McGimpsey وزملاؤه (1997) أنَّ موعد الإزهار متغير وصعب التحديد في المواسم المتتالية فهو مرتبط إلى حد كبير بالحالة المناخية السائدة عبر المواسم، كما أنه مرتبط بحالة الكورمات التي تنتج من النبات في المواسم المتتالية والتي تتأثر بالتغذية المعدنية المتبعة والري وطرق العناية الحقلية. أما بالنسبة لتأثير معاملات التسميد، نجد أنَّ التبكير الذي ظهر في الإزهار في معاملات التسميد العضوي وكذلك في خليط السماد العضوي مع الآزوت يتوافق مع Mollafilabi وزملاؤه (2004) والذي أكد أنَّ استعمال السماد العضوي يؤدي لتبكير الإزهار بمعدل أسبوع مقارنة مع التسميد المعدني، ويرجع ذلك لدور السماد العضوي المعروف في دعم نمو ونوعية ووزن الكورمات الناتجة (Koocheki وSeyyedi، 2016) حيث أنَّ زيادة وزن الكورمة هو العامل المحدد للقدرة الكامنة للكورمة على الإزهار، وهو من أهم العوامل المحددة لموعد الإزهار فكلما زاد وزن الكورمة زاد التبكير في الإزهار (Koocheki وSeyyedi، 2015) حيث أنَّ الكورمات الأصغر عادة ما تتأخر في الإزهار مدة 7 أيام (Andabjadid وزملاؤه، 2015).

3-1-6- تأثير معاملات التسميد في طول فترة الإزهار في المواسم المتتالية:

تدل النتائج أنَّ لتتالي المواسم أثراً معنوياً في طول فترة الإزهار، حيث ظهرت زيادة معنوية في طول فترة الإزهار في الموسم الثاني والثالث (16.50، 16.33 يوم) على التوالي دون فروق معنوية بينها (الجدول 15)، بينما انخفضت معنوياً طول فترة الإزهار في الموسم الأول (12.66 يوم)، وظهرت في الموسم الرابع أقصر فترة إزهار معنوياً (11 يوم). كما لوحظ أنَّ للمعاملات التسميد تأثير في طول فترة الإزهار حيث أقل طول لفترة الإزهار في معاملة الشاهد (9.5 يوم)، تلاها معنوياً طول فترة الإزهار في معاملات التسميد العضوي وحده وخليطه مع اليوريا 100 و200 كغ. هكتار$^{-1}$ (15، 15.25،15.25 يوم على التوالي)، وظهرت أطول فترة للإزهار باستعمال اليوريا بمعدل 100و200 كغ. هكتار$^{-1}$ حيث بلغت 17، 17.5 يوم على التوالي دون فروق معنوية بينها، ونلاحظ من خلال التفاعل بين معاملات التسميد والمواسم المتتالية أنَّ معاملة الشاهد سجلت أقصر فترة إزهار في الموسم الأول والثاني والثالث والرابع، ولم يسجل ضمن الموسم الأول فروق معنوية في طول فترة الإزهار بين معاملات التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ ومعاملات السماد العضوي وحده أو مخلوطاً مع اليوريا، في حين أظهرت معاملات السماد العضوي وحده وخليطه مع اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ فترة إزهار أقصر معنوياً في الموسم الثاني والثالث والرابع بالمقارنة مع معاملات التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$.

الجدول (15)؛ تأثير معاملات التسميد في طول فترة الإزهار في المواسم المتتالية

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2108	الموسم الرابع 2019	
الشاهد	11de	cd12	9e	6f	9.5C
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	13dc	20a	21a	14c	17A
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	14c	a21	21a	14c	17.5A
عضوي	13c	17b	b18	12de	15B
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	13c	17b	19ab	12de	15.25B
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	14c	17b	18b	12de	15.25B
المتوسط	12.66B	16.50A	16.33A	11C	
LSD(5%)	**المواسم**		**المعاملات**		**التفاعل**
	1.35		**0. 89**		**2.29**

*يشير اختلاف الأحرف الكبيرة لاختلاف طول مدة الإزهار في باختلاف المواسم.

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة لاختلاف طول فترة الإزهار باختلاف معاملة التسميد

** يشير اختلاف الأحرف الصغيرة لاختلاف طول مدة الإزهار في التفاعل بين معاملات التسميد المختلفة

إنَ ظهور اختلافات معنوية في طول فترة الإزهار بين المواسم المختلفة يتوافق مع دراسة Çavuşoğlu وErkel (2009) التي استمرت لديهما التجربة ثلاث سنوات دون تجديد الحقل، حيث حدثت زيادة في طول مدة الإزهار في الموسم الثاني بينما انخفضت طول مدة الإزهار في الموسم الثالث، وهذا ما يتوافق مع حدوث زيادة في طول فترة الإزهار في الموسم الثاني والثالث وتناقصها في الموسم الرابع. إنَ الاختلافات المعنوية بين المواسم من حيث طول فترة الإزهار، ترجع للاختلافات المناخية السائدة في المواسم المختلفة، ويعود قصر فترة الإزهار في الموسم الرابع لزيادة كثافة النباتات (Cavusoglu وErekel، 2009).

أكد Agri وزملاؤه (2017) أنَّ إزهار الزعفران عملية معقدة تدخل فيها العديد من العوامل والتي من أهمها الحرارة، زيادة نسبة السكريات داخل البرعم، والتغيرات التي تطرأ على السكريات، حيث أنَه في زمن ظهور الأزهار تحدث زيادة في نسبة الغلوكوز والفركتوز داخل البرعم وفي الوقت نفسه انخفاض كمية السكروز داخل البرعم والذي كان متواجداً بكميات كبيرة في مرحلة سكون البرعم، فالدور المباشر الذي تؤديه الأسمدة العضوية في النبات تتضمن حدوث تغيرات في استقلابه،

وهذه تحدث عقب أخذ النبات للجزيئات العضوية الصغيرة مثل حمض الهيوميك وحمض الفولفيك والتي تنتج من تحلل المادة العضوية (الدبال) وهذه الأخيرة تعمل على تنشيط أنزيمات التركيب الضوئي مثل Phosophtase وCytochrom و Oxidase و Phosphorilase إذ تستطيع جزيئات الحمض الهيومي الدخول إلى المجرى الخلوي وتجعل الغشاء أكثر نفاذية وهذا بدوره يسهل حركة العناصر وانقسام الخلايا، ولها تأثير فاعل وحيوي في العمليات الفسيولوجية وانعكاساتها في النمو والتركيب الكيميائي للنبات، حيث تؤدي إلى حدوث عدة تغيرات كيمائية حيوية داخل الأغشية الخلوية والمكونات المختلفة للستوبلاسما، مما يؤدي إلى تغير نفاذية الأغشية الخلوية وتزيد امتصاص العناصر المغذية الصغرى والكبرى، فتحفز نشاط بعض الأنزيمات وتكبح نشاط أنزيمات أخرى مما يحفز بعض العمليات الحيوية الضرورية للإزهار (Chen وAviad، 1990؛ Ulukan، 2008)، أي أنَّ استخدام السماد أثر بشكل إيجابي على سير عملية التمثيل الضوئي وتكوين المواد الإدخارية ممازاد من كفاءة الأوراق في تصنيع المواد الإدخارية وبالتالي زيادة المود المغذية داخل البرعم في الموسم السابق، بالإضافة لتحفيز نشاط الأنزيمات المسؤولة عن التحولات السكرية داخل البرعم ضمن فترة الإزهار (Koocheki وTeimouri، 2012) مما شجع على الإزهار المبكر لأنَه كل ما إزدادت كمية المواد المواد المغذية أدى ذلك لتبكير الإزهار، بالإضافة إلى أنَّ للمواد الهيومية الموجودة داخل السماد تأثيرات محفزة للنمو مشابهة للأدوار التي تلعبها الأكسينات والسيتوكينينات (Mayhew، 2004)، حيث تشكل الهرمونات الشبكة الناقلة للتغيرات الداخلية والخارجية مما يحرض على الإزهار بشكل أسرع وضمن مدة محددة، إذ يمثل الأكسين الهرمون الحامل لإشارة انطلاق البرعم المؤهل أصلاً للإزهار نحو الإزهار، وذلك للبراعم القادرة أصلاً على الإزهار تبعاً لنسبة لزيادة نسبة الكربون إلى الآزوت C/N، علماً أنَّ ماهية البرعم فيما كان خضري أو زهري تتحدد في الموسم السابق (Bagri وزملاؤه، 2017)، وبالتالي فهذه العوامل المشجعة على إزهار البراعم، والمتمثلة في التغذية المتوازنة والتي تجعل نسبة الكربوهيدرات للآزوت داخل البراعم أكبر

والبرعم ذو مخصصات غذائية أكبر، بالإضافة للأدوار المشابهة للمواد العضوية للهرمونات كلها عوامل تسهم في تسريع الإزهار مما يشكل عامل تنظيم يقصر فترة الإزهار. إذاً كلما زاد المحتوى الغذائي داخل البرعم أدى ذلك لتسريع الإزهار (Renau Morata، 2012) مما يكون سبباً في تقصيرة طول مدة الإزهار في معاملات التسميد العضوي وحده أو في خليطه مع اليوريا بالمقارنة مع معاملات اليوريا وحدها، أما الإنخفاض الكبير في طول فترة الإزهار في الشاهد فقد يعود إلى أنَّ نسبة منخفضة من النباتات بمرور المواسم ستملك القدرة على الإزهار.

3-1-7- تأثير معاملات التسميد في عدد الأزهار الناتجة (زهرة. نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية:

تبين نتائج (الجدول 16) حدوث زيادة معنوية في متوسط عدد الأزهار بتقدم المواسم من الأول وحتى الرابع (0.83، 2.15، 4.93، 14.76 زهرة.نبات-1) على الترتيب. كان للمعاملات السمادية أثر معنوي في زيادة عدد الأزهار الناتجة، فظهر أدنى عدد من الأزهار معنوياً (1.31 زهرة.نبات$^{-1}$) في معاملة الشاهد، تلاها وبفرق معنوي معاملة التسميد باليوريا عند معدل 100 كغ.هكتار$^{-1}$ (3.06 زهرة.نبات$^{-1}$)، ومن ثم تلاها معنوياً معاملة السماد المعدني باستخدام اليوريا عند معدل 200 كغ.هكتار$^{-1}$ (4.71 زهرة.نبات$^{-1}$)، وبرز أعلى متوسط لعدد الأزهار في معاملة الخليط بين السماد العضوي والمستوى الأعلى لليوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$ حيث بلغ 9.02 زهرة.النبات ولكن دون فرق معنوي عن معاملة الخليط مع المستوى الأدنى لليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$ والتي وصلت إلى 8.15 زهرة.نبات$^{-1}$، والتي بدورها لم تحقق فرقاً معنوياً عن معاملة السماد العضوي وحده (7.74 زهرة.نبات$^{-1}$). تشير نتائج التفاعل بين المواسم ومعاملات التسميد إلى عدم وجود فروق معنوية في عدد الأزهار في الموسم الأول بين كافة معاملات التسميد المختلفة مقارنة مع الشاهد، بينما تفوقت معاملة التسميد بخليط من السماد العضوي و200 كغ.هكتار$^{-1}$ من اليوريا في الموسم الثاني (3.91 زهرة. نبات$^{-1}$) والثالث (7.21 زهرة.نبات$^{-1}$) والرابع (23.91 زهرة.نبات$^{-1}$)، على كل من معاملة

السماد العضوي وحده، ومعاملتي التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ ومعاملة الشاهد ولكن دون أنَّ تُظهر فرقاً معنوياً عن معاملة خليط السماد العضوي واليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$ (الجدول، 16).

الجدول (16)؛ تأثير معاملات التسميد في عدد الأزهار الناتجة من النبات(زهرة.نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2018	الموسم لرابع 2019	
الشاهد	0.65h	0.61h	1.79g	2.200g	1.31E
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	0.79h	1.04h	4.13f	6.22de	3.06D
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	0.83h	1.62gh	4.52ef	11.903c	4.71C
عضوي	0.8h	2.43g	5.72e	22.00b	7.74B
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	0.91h	3.16fg	6.20de	22.33ab	8.15AB
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	1.04h	3.91f	7.21d	23.91a	9.02A
المتوسط	0.83D	2.15C	4.93B	14.76A	
LSD (%5)	متوسط المواسم		معاملات التسميد		التفاعل
	0.52		0.89		1.59

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية

3-1-8- تأثير معاملات التسميد في الغلة الجافة من المياسم (كغ. دونم$^{-1}$) في المواسم المتتالية:

يبين (الجدول 17) حدوث زيادة معنوية في الغلة الجافة من المياسم بدءاً من الموسم الأول وحتى الموسم الرابع (0.184، 0.46، 1.04، 2.97 كغ.دونم$^{-1}$) على التوالي. أدى استعمال السماد المعدني إلى زيادة معنوية في الغلة الجافة من المياسم من 0.28 كغ.دونم$^{-1}$ في الشاهد إلى 0.65، 1 كغ.دونم$^{-1}$ في معاملتي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ على التوالي، كما أدى استعمال السماد العضوي وحده أو مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ إلى زيادة معنوية في الغلة الجافة للمياسم بلغت 1.63، 1.67، 1.75 كغ.دونم$^{-1}$ على الترتيب دون فروق بينها. ولوحظ ضمن التفاعل بين معاملات التسميد والمواسم عدم وجود فروق معنوية في الغلة الجافة من المياسم بين كافة

معاملات التسميد في الموسم الأول مقارنة بالشاهد، بينما تفوقت في الموسم الثاني معاملة خليط السماد العضوي واليوريا بمستوى 200 كغ.هكتار$^{-1}$ على معاملات التسميد العضوي وعلى معاملات التسميد باليوريا في المستويين 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ ولكن دون أنَّ تسجل فرقاً معنوياً عن معاملة خليط السماد العضوي واليوريا بمعدل 100كغ.هكتار$^{-1}$، ومن الملاحظ ضمن هذا الموسم عدم تسجيل فروق معنوية في الغلة الجافة بين الشاهد ومعاملتي التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، ولم يُسجل في الموسم الثالث فروق معنوية بين معاملة اليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ ومعاملات السماد العضوي وحده وخليطه مع اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، وتفوقت في الموسم الرابع معاملات التسميد بالسماد العضوي منفرداً أوخليطاً مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ على معاملات التسميد المعدني، وقد ظهرت في الموسمين الثالث والرابع أقل غلة معنوياً في معاملة الشاهد بالمقارنة مع معاملات التسميد الأخرى ضمن كل موسم على حدى.

الجدول (17)؛ تأثير معاملات التسميد في الغلة الجافة من المياسم (كغ.دونم$^{-1}$) في المواسم المتتالية.

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول 2016	الموسم الثاني 2017	الموسم الثالث 2018	الموسم الرابع 2019	
الشاهد	0.14h	0.137h	0.38gh	0.470fg	0.28D
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	0.18h	0.23gh	0.88e	1.31c	0.65C
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	h0.17	0.35gh	0.96de	2.51b	1B
عضوي	0.14h	0.52gf	1.21d	4.63a	1.63A
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	0.2h	0.67ef	1.31d	4.49a	1.67A
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	0.23gh	0.83e	1.52d	4.42a	1.75A
المتوسط	0.184C	0.46C	1.04B	2.97A	
LSD(5%)	متوسط المواسم		معامات التسميد		التفاعل
	0.27		0.16		0.14

* يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية.

تتوافق تلك الزيادات في مقاييس النمو الزهري الخاصة بعدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم بتقدم المواسم مع نتائج McGimpsey وزملاؤه (1997) الذين سجلوا تضاعفاً في عدد

الأزهار في االموسم الرابع بمعدل 7.92 مرة مقارنة مع الموسم الأول، كما تتطابق النتائج مع El Hajj وزملاؤه (2019) الذي لاحظ زيادة في عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم بشكل كبير ومطرد مع تقدم السنوات من العام الأول وحتى الثالث، ولكن تتعارض نتائج هذا البحث مع نتائج Çavuşoğlu وErkel (2009) حيث لم يسجلا زيادة معنوية في عدد الأزهار والغلة في الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول ليعود وينخفض الإنتاج في الموسم الثالث، وتتناقض هذه النتائج مع نتائج Koocheki وزملاؤه (2006) حيث سُجلت أعلى غلة جافة في الموسم الثاني بينما انخفضت في الموسم الرابع إلى مادون الموسم الأول. وترجع الزيادة في الغلة الجافة من المياسم بتقدم المواسم لزيادة عدد الأزهار وهذه بدورها ترجع لزيادة العدد الكلي من الكورمات وزيادة مجموع وزن الكورمات الناتجة، ولكن الزيادة حقيقة ترتبط بزيادة مجموع عدد الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ بتوالي المواسم (Tookalloo وزملاؤه، 2010؛ Douglas وزملاؤه، 2014) إذ يمثل هذا الوزن الحد الحرج المحدد للإزهار (Kumar وزملاؤه، 2009).

وبالنسبة للتفاعل بين موسم الإنتاج ومعاملات التسميد المختلفة، نلاحظ في الموسم الأول عدم وجود فروق معنوية في متوسط عدد الأزهار ومن ثم الغلة الجافة من المياسم في وحدة المساحة بين معاملات التسميد المختلفة بما فيها الشاهد، وقد كانت معدلات الإزهار منخفضة بشكل واضح خلال هذا الموسم، ويرجع ذلك إلى أنَّ الإزهار في الموسم الأول يعتمد بشكل كبير على المدخرات الغذائية الموجودة في الكورمة المزروعة أكثر من اعتماده على المغذيات الموجودة في الوسط المحيط ، حيث أنَّ الجذور في مرحلة الإزهار تكون ضعيفة (Wu وزملاؤه، 2012)، إذ أنَّ الإزهار يحدث بعد فترة 45–60 يوم من الزراعة، فالكورمة في هذه المرحلة تحتاج فقط لوسط جيد محرض على الإنبات ونمو البراعم وظهور الأزهار (Shankar وزملاؤه، 2010)، ولكن ضمن هذا الموسم ظهر أعلى عدد للنموات وأكبر عدد من الأوراق ضمن معاملة خليط السماد العضوي مع المعدل الأعلى لليوريا (200 كغ. هكتار$^{-1}$) وفقاً للجدولين (11،12) مما ينعكس إيجاباً على المجموع الكورمي

الناشئ، وهي حقيقة مهمة في الزعفران حيث تتشكل فيه الكورمات الجديدة على النبات الأم في شباط وآذار، وهذه الكورمات المتكونة حديثاً لا تتشكل عليها الجذور في تلك الفترة، ومن أجل مواصلة الأنشطة الحيوية في آذار ونيسان فإنها تستمد تغذيتها من المجموع الورقي للنبات الأم ونواتج عملية التمثيل الضوئي والمواد المغذية الممتصة من قبل جذور النبات الأم (Hosseini وزملاؤه، 2004)، كما أنَّ الكربوهيدرات التي سوف تتجه من الأوراق نحو الأجزاء المُدخرة في نهاية دورة النمو وبدء جفاف الأوراق لها أهمية في الحصول على كريّمات كبيرة الحجم (Behnia وزملاؤه، 1999)، وقد ذكر De Mastro وزملاؤه (1993) أنَّ زيادة وزن الكورمة الناتجة سيؤدي إلى زيادة إنتاج الأزهار في الموسم التالي، فهذه العوامل أدت لظهور أعلى نسبة من الأزهار وغلة جافة من المياسم في الموسم الثاني في تلك المعاملة نفسها، علماً أنَه ضمن هذا الموسم بدأ تأثير السماد العضوي منفرداً أو خليطاً بالظهور بشكل معنوي مقارنة مع الشاهد، وهذا يتوافق مع نتائج Mohammad وزملاؤه (2012) والذي أفاد بأنَ تطبيق الأسمدة العضوية سوف يسهم في تحسين الخواص الفيزيائية للتربة وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وزيادة نسبة C/N داخل التربة، وعلى الرغم من تأكيده أنَّ استخدام الآزوت وحده لم يكن له أثر في الغلة لكن خلط تلك الكمية من الآزوت مع السماد العضوي سيحسن نوعية وكمية الغلة، وذلك نظراً لزيادة مستوى المغذيات في التربة، إذ أوضح أنَّ هذا الدمج يعني زيادة مستويات الآزوت في التربة وتوفير التوازن مع العناصر الغذائية الأخرى بالإضافة لتحسين حالة رطوبة التربة، كما أنَّ الإطلاق البطيء للمغذيات من السماد الحيواني خلال فترة النمو هو أحد المعايير المهمة في دعم ظهور الأزهار (Nehvi وزملاؤه، 2010)، ولذا في الموسم الثالث ومع زيادة تحلل المادة العضوية الموجودة في السماد العضوي لم يُسجل أي فرق معنوي في الإنتاج من الأزهار والغلة الجافة من المياسم بين معاملتي خليط السماد العضوي مع مستويي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، وأمَا في الموسم الرابع فلم يلاحظ فرق معنوي في إنتاج الكورمات من الغلة الجافة من المياسم ضمن المعاملات المسمدة بالسماد العضوي، وتتطابق هذه النتيجة مع Omidi

وزملاؤه (2009) وNehvi وزملاؤه (2010) والذي أرجع هذه النتيجة إلى بطء تحلل السماد العضوي كما هو معروف وبالتالي مع تقدم عمر الحقول حتى العام الرابع زاد تحلل هذا السماد وزادت مساهمته في إطلاق المواد المغذية منه إلى التربة مما يدعم خصوبة التربة، بالإضافة إلى تحسين الخواص الكيميائية للتربة وخاصةً الاحتفاظ بالمغذيات فيها، وتحسين المعايير الفيزيائية لها بما في ذلك التهوية والقدرة على الاحتفاظ بالمياه، وتأمين توازن جيد بين العناصر الغذائية في محلول التربة وتحسين تبادل المغذيات في التربة (Coleman وCrossley ، 1995)، وتتوافق هذه النتائج مع McGimpsey وزملاؤه (1997) والذين وجدوا إنَ إضافة السماد العضوي لم يكن له أثر كبير في تطوير الإنتاج من المياسم والكورمات مقارنة مع التسميد المعدني على المدى القصير في السنتين الأوليتين في حين بدت الزيادة واضحة في الإنتاج من المياسم في القطع المسمدة عضوياً في العام الثالث والرابع، كما يتوافق انعدام الفرق المعنوي بين معاملة السماد العضوي وخليطه مع اليوريا ضمن المستويين 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ في الموسم الرابع مع Nehvi وزملاؤه (2010) والذي أكد أنَّ تطبيق السماد الحيواني بكمية كافية يفي بمتطلبات الزعفران من الآزوت، وهذا يقود إلى استخدام الأسمدة المعدنية ضمن الحدود الدنيا المطلوبة مما يؤثر إيجاباً في رفع من كمية ونوعية الغلة من الزعفران Koocheki وزملاؤه (2006)، وكلها عوامل تسهم في تطوير الغلة الجافة من المياسم باستخدام السماد العضوي لتصبح موازية لتلك الغلة باستخدام الخليط بين السماد العضوي واليوريا.



الصورة (9)؛ المياسم المجففة تبعاً للمعاملات السمادية

3-1-9- تأثير معاملات التسميد في طول المياسم في المواسم المتتالية:

تظهر النتائج في (الجدول 18) عدم وجود اختلافات معنوية في طول المياسم بين المواسم المختلفة، بينما كان للمعاملات السمادية المختلفة ــتأثيرات معنوية في طول المياسم، حيث ظهرت زيادات معنوية في طول المياسم في معاملات التسميد العضوي وخليطه مع اليوريا 100 و 200 كغ.هكتار$^{-1}$ (3.45، 3.43، 3.43سم) على التوالي دون فروق معنوية بينها، تلاها معنوياً معاملات الشاهد واليوريا 100 و 200 كغ.هكتار$^{-1}$ (3.30، 3.31، 3.35 سم)، وبالنسبة للتفاعل بين المواسم المختلفة لم تُسجل اختلافات معنوية في طول المياسم بين معاملات التسميد المختلفة في الموسم الأول، بينما سُجلت في الموسم الثاني والثالث والرابع زيادة معنوية في طول المياسم في معاملات التسميد العضوي وحده وخليطه مع 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، ولم تسجل فروق معنوية في طول المياسم بين معاملات اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ والشاهد.

الجدول (18)؛ تأثير معاملات التسميد في طول المياسم (سم) في المواسم المتتالية

معاملة التسميد	مواسم الزراعة				المتوسط
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الثالث	الموسم الرابع	
الشاهد	3.32b	b3.27	3.35b	3.27b	3.30b
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	3.34b	3.33b	3.25b	3.32b	3.31b
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	3.35b	3.34b	3.35b	3.30b	3.35b
عضوي	3.33b	3.49a	3.51a	3.49a	3.45a
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	3.34b	3.47a	3.49a	3.47a	3.43a
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	3.37b	3.48a	3.44a	3.45a	3.43a
المتوسط	3.35	3.40	3.40	3.38	
LSD (%5)	المواسم		NS		
	معاملات التسميد		0.06		
	التفاعل		0.11		

* يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

** NS (nonsignificant): يشير لعدم وجود فروق بين مواسم المختلفة عند مستوى معنوية 5%

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية.

تتوافق الزيادة في طول المياسم في معاملات التسميد العضوي مع نتائج Mohammad وزملاؤه (2012) الذين وجدوا زيادة في طول المياسم مع تطبيق السماد العضوي مع اليوريا مقارنة بالمعاملات الأخرى، علماً أنَه ضمن نتائج هذا البحث لم يُسجل فرق معنوي في طول المياسم بين معاملات السماد العضوي وحده ومعاملات اليوريا وحدها مع اليوريا 50 و100 كغ.هكتار$^{-1}$، وتتوافق هذه النتائج مع Kumar وSharma (2017) الذين وجدوا أنَّ أكبر قياس للمياسم كان في معاملات خليط السماد العضوي المؤلف من الفيركومبوست وزرق الدواجن وروث الأبقار، وتلاها دون فرق معنوي خليط السمادالمعدني مع كل من الفيركومبوست وزرق الدجاج، إنَ عدم تسجيل فروق معنوية بين المستويات المختلفة من اليوريا مع معاملات السماد العضوي تتوافق مع Emam وزملاؤه (2012) والذين زرعوا كورمات الزعفران ضمن مستويات مختلفة من الآزوت، مع توحيد كمية السماد العضوي المستخدم، فلم تلحظ فروقاً معنويةً في طول المياسم باختلاف مستويات الآزوت، مما يدعم دور السماد العضوي في تحديد طول المياسم، كما أتت نتائج الزيادة في طول المياسم في معاملات السماد العضوي وخليطه متوافقة مع نتائج Unal و Cavusoglu (2005) وTurhan وزملاؤه (2007)، قد ترجع الزيادة في طول المياسم لدور السماد العضوي في تأمين المزيد من المغذيات التي ستكون متاحة في التربة، ولاسيما عندما تكون كميات المياه محدودة صيفاً، وهذا ما يؤثر على الغلة ووزنها (Amiri، 2008) حيث أنَّ الدور الذي يؤديه السماد العضوي في حفظ الرطوبة، هو عامل مساهم في زيادة طول الميسم حيث أكد Aga وزملاؤه (2008) أنَّ توفر الرطوبة يدعم نمو النبات في الموسم الجديد ويزيد طول المياسم.



الإزهار في الموسم الأول



الإزهار في الموسم الثاني



الإزهار في الموسم الثالث



الإزهار في الموسم الرابع

الصورة (10)؛ تطور الإزهار عبر المواسم

3-1-10- تأثير معاملات التسميد في معدل الإكثار في المواسم المتتالية:

تظهر النتائج في (الجدول 19) أنَّ تقدم النبات بالعمر في الأرض أدى إلى زيادة معنوية في معدل الإكثار حيث تفوق معدل الإكثار في الموسم الثالث معنوياً (15.96 كورمة.نبات$^{-1}$) على معدل الإكثار في الموسم الثاني (8.44 كورمة.نبات$^{-1}$)، وبدوره تفوق على الموسم الأول (4.92 كورمة.نبات$^{-1}$).

كان للمعاملات السمادية المختلفة تأثيرات في معدل إكثار الكورمات، إذ ظهر أعلى معدل للإكثار في كل من معاملات السماد العضوي وحده وخليطه مع اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ فبلغ معدل الإكثار فيها 11.93، 11.11، 12.67 كورمة.نبات$^{-1}$ على التوالي، وتلاها معنوياً معاملتي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (7.83، 9.03 كورمة.نبات$^{-1}$) دون فروق معنوية بينها، وانخفض معدل الإكثار إلى أدنى مستوى معنوياً في معاملة الشاهد والتي بلغت 6.06 كورمة.نبات$^{-1}$.

الجدول (19)؛ تأثير معاملات التسميد في معدل الإكثار في المواسم المتتالية.

معاملة التسميد	مواسم الزراعة			المتوسط
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الثالث	
الشاهد	3.34h	5.52fg	9.33d	6.06c
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	3.44gh	7.37e	12.67c	7.83b
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	4.54hg	6.77ef	15.77b	9.03b
عضوي	5.33fg	10.45d	20a	11.93a
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	5.45fg	9.2de	18.67a	11.11a
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	7.4e	11.33cd	19.33a	12.67a
المتوسط	4.92C	8.44B	15.96A	
LSD(%5)	المواسم		0.86	
	التسميد		1.63	
	التفاعل		2.16	

* يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

** يشير اختلاف ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة وضمن العامود لاختلاف المعاملات السمادية.

تشير النتائج في (الجدول 19) إلى وجود فروق معنوية في معدل الإكثار ضمن معاملات التأثير المشترك للتسميد والمواسم المتتالية، إذ لوحظ التأثير الإيجابي لخليط السماد العضوي واليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ في الموسم الأول حيث تفوقت على كافة معاملات التسميد، وظهر أعلى معدل للتكاثر في الموسم الثاني في معاملة التسميد بخليط العضوي واليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ دون أنَّ تسجل فروق معنوية عن معاملة السماد العضوي ومعاملة السماد العضوي واليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$ مقارنة مع باقي المعاملات، وفي الموسم الثالث تفوقت كل من معاملات السماد العضوي وخليطه مع اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ دون أي فرق معنوي بينها، وظهر أقل معدل للإكثار في معاملة الشاهد في المواسم الثلاث.

أظهرت النتائج أنَّ تقدم النبات بالعمر أدى إلى زيادات معنوية في معدل الإكثار، حيث تفوقت نتائج الموسم الثالث على نتائج الموسم الثاني والموسم الأول، وتتوافق هذه النتائج مع نتائج Karra وزملائه (2017) إذ لاحظوا زيادة عدد الكورمات 3–4 مرات في الموسم الثالث، وبشكل مماثل يلاحظ زيادة عدد الكورمات بمقدار 1.71، 3.24 مرة في الموسم الثاني والثالث على التوالي مقارنة بالموسم الأول، ويرجع ذلك إلى أنَّ الكورمات المزروعة في الموسم الأول ذات حجم مناسب قادرة على النمو والإزهار وإعطاء كورمات جديدة، حيث أنَّ الزعفران نبات عشبي معمر يتكاثر خضرياً بإعطاء كورمات جديدة من الكورمة الأم (pandy وSrivastava، 1979؛ McGimsepy وزملاؤه، 1997؛ Mashayekhi وزملاؤه، 2007)، إذ تعطي كل كورمة 1–3 كورمة كبيرة إلى متوسطة الحجم من البراعم القمية، وتعطي العديد من الكورمات الصغيرة من البراعم الجانبية، ليتم الحصول على عدد أكبر من الكورمات في الموسم الثاني وأكبر منه في الموسم الثالث (Gnaie وSingh، 2019)، أما من حيث تأثير التسميد في إنتاج الكورمات فلوحظ زيادة في معدل التكاثر في معاملات التسميد العضوي وحده أو المخلوط مع اليوريا مقارنة مع المعاملات التي تم فيها استخدام اليوريا وحدها أو معاملة الشاهد وهذا يتوافق مع Rezvani وزملاؤه (2013) إذ لوحظت زيادة في

عدد ووزن الكورمات الكلية عند إضافة بقايا نبات الفطر المتخمر، ويرجع ذلك للدور الذي يؤديه السماد العضوي في تزويد التربة بالمادة العضوية بالإضافة للإطلاق البطيء للمغذيات ودوره في إتاحة العناصر المغذية الموجودة في التربة وتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية لها، وبالتالي تحسن مواصفات الكورمات (Mohammad وزملاؤه، 2012؛ Koocheki وSeyyedi، 2016b)، حيث أنَّ 67% من الغلة الكلية للكورمات ترجع للأسمدة العضوية والفوسفور المتاح (Behdani وزملاؤه، 2005)، كما يتوافق ظهور أكبر معدل لإكثار الكورمات في الخليط مع دراسات عديدة منها Amiri (2008) والذين حصلوا على أكبر معدل للتكاثر في الخليط بين السماد العضوي والفوسفور والآزوت وأكدوا أنَّ إضافة السماد الآزوتي سوف يدعم النمو الخضري وإعادة إنتاج الكورمات.



الصورة (11)؛ معدل الإكثار الناتج من النبات

3-1-11- تأثير معاملات التسميد في مجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات (غ. نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية:

أدى تتالي المواسم إلى اختلافات معنوية في متوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة عن الكورمة الأم، فظهر أكبر متوسط في الموسم الثالث وقدر بـــ 97.98 غ. نبات$^{-1}$، بينما تفوق الموسم

الثاني بمتوسط مجموع وزن الكورمات (44.18غ . نبات$^{-1}$) على الموسم الأول (34.49 غ. نبات$^{-1}$) (الجدول 20).

وتدل نتائج (الجدول 20) أنَّ للمعاملات السمادية المختلفة تأثيراً واضحاً في متوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة من كل نبات، فبينما ظهر أقل متوسط لمجموع وزن الكورمات في معاملة الشاهد (26.50غ.نبات$^{-1}$) حدثت زيادة معنوية في وزن الكورمات في معاملة اليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$ (37.66غ.نبات$^{-1}$) تلاها وبفرق معنوي معاملة اليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ (50.20 غ.نبات$^{-1}$)، تلاها معاملة التسميد بالسماد العضوي (73.48غ.نبات$^{-1}$)، وقد تلاها وبفرق معنوي معاملة السماد العضوي وخليطه مع اليوريا 100 كغ.هكتار (81.80غ.نبات$^{-1}$)، بينما سجلت أكبر زيادة معنوية في متوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة عن خليط السماد العضوي مع اليوريا 200 كغ.هكتار (90.18 غ.نبات$^{-1}$).

وبالنسبة للتفاعل تبرز نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (20) تفوق معاملتي خليط السماد العضوي واليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ على كافة المعاملات الأخرى في الموسم الأول دون فرق معنوي عن معاملة التسميد العضوي، وفي الموسم الثاني تفوقت معاملة الخليط بين السماد العضوي واليوريا 200،100 كغ.هكتار$^{-1}$ على كافة المعاملات الأخرى، بينما في الموسم الثالث حدثت زيادة معنوية في مجموع وزن الكورمات في معاملة السماد العضوي، دون أنَّ تسجل فرقاً معنوياً عن معاملتي خليط السماد العضوي واليوريا 100و200 كغ.هكتار$^{-1}$، لتتفوق هذه المعاملات على كافة المعاملات الأخرى، وسُجل أخفض وزن لمجموع الكورمات في معاملتي الشاهد واليوريا 100 كغ. هكتار$^{-1}$ دون فروق معنوية بينها في الموسم الأول والثاني، بينما ظهر أخفض مجموع لوزن الكورمات في الموسم الثالث في معاملة الشاهد.

الجدول (20)؛ تأثير معاملات التسميد في مجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات (غ.نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية

معاملة التسميد	مواسم الزراعة			المتوسط
	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الثالث	
الشاهد	21.4g	18g	40.1fe	26.50F
يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	26.1g	29g	57.87cd	37.66E
يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	32.08fg	43.07ef	75.45b	50.20D
عضوي	38.15fg	43.33ef	138.95a	73.48C
عضوي+يوريا 100كغ.هكتار$^{-1}$	46.73def	63.67bc	135a	81.80B
عضوي+يوريا 200كغ.هكتار$^{-1}$	51.05de	75b	144.5a	90.18A
المتوسط	34.49C	B44.18	97.98A	
LSD (%5)	المواسم		5.33	
	التسميد		6.35	
	التفاعل		12.61	

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل.

** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم.

*** يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات السمادية.

تتوافق الزيادة في مجموع وزن الكورمات مع نتائج العديد من الأبحاث التي تؤكد على التأثير الإيجابي لعمر النبات في النمو والإنتاجية (McGimsepy وزملاؤه، 1997؛ Mashayekhi وزملاؤه، 2007)، وقد أكد Khozaei وزملاؤه (2015) على زيادة مجموع وزن الكورمات المترافقة مع زيادة عدد الكورمات من العام الأول للسادس لتعود بعدها للانخفاض، وتتماشى الزيادة في مجموع وزن الكورمات في معاملة الخليط مع نتائج Satapathy وزملائه (2016) على الغلاديوليس Gladiolus إذ لوحظت زيادة في الوزن الكلي للكورمات الناتجة عند خلط السماد المعدني مع الكومبوست، وترجع تلك الزيادة لدور الخليط في توفر المواد المغذية في التربة مما يزيد من نشاط التمثيل الضوئي، للنباتات وتسريع حركة المواد المغذية نحو الكورمات التي تمثل أعضاء التخزين، ولربما زاد تركيز الأكسين في الجذور مما زاد من سمك الجذور وتشعبها وبالتالي زيادة مقدرتها على امتصاص المواد المغذية وفقاً لدراسات Karthiresan و Venkatesha (2002) ونتائج Srivastava و Govil (2005).

ويعود التفوق الملحوظ للخليط بين السماد العضوي واليوريا أيضاً إلى دور الآزوت في دعم النمو الخضري ورفع كفاءة التمثيل الضوئي فعملية التمثيل الضوئي التي تتم في أوراق النبات الأم ونشاطها هي العامل المحدد لمجموع وزن الكورمات الناتجة عن الكورمة الأم، حيث أنَّ هناك مرحلة قصيرة من النمو الخضري سيتم فيها تسخير كافة نواتج التمثيل الضوئي لتشكيل ونمو وزيادة وزن الكريّمات التي تتكون على الكورمة الأم في بداية الربيع، ومع ارتفاع درجات الحرارة تذبل الأوراق لتعطي مدخراتها أيضاً للكُريّمات المتكونة، وتدخل الكوريمات في طور سكون وهي تحت التربة، في حين أنَّ نمو الجذور على الكوريمات المتشكلة سيحدث في بداية الخريف التالي ويستمر إلى الربيع، إلا أنَّ الكورمة الأم يحدث لها ذبول تام وتصبح فارغة من المدخرات الغذائية والتي ستعطيها للكُريّمات المتكونة عليها (Gresta وزملاؤه، 2007).



الصورة (12)؛ مجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات الواحد في الموسم الثالث

3-1-12- تأثير معاملات التسميد في عدد الكورمات وفئاتها الوزنية في وحدة المساحة في المواسم المتتالية:

تشير نتائج (الجدول 21) إلى اختلاف عدد الكورمات المصنفة تبعاً للوزن بين كبيرة ومتوسطة وصغيرة والناتجة عن المعاملات السمادية المختلفة في المواسم المختلفة، حيث حققت

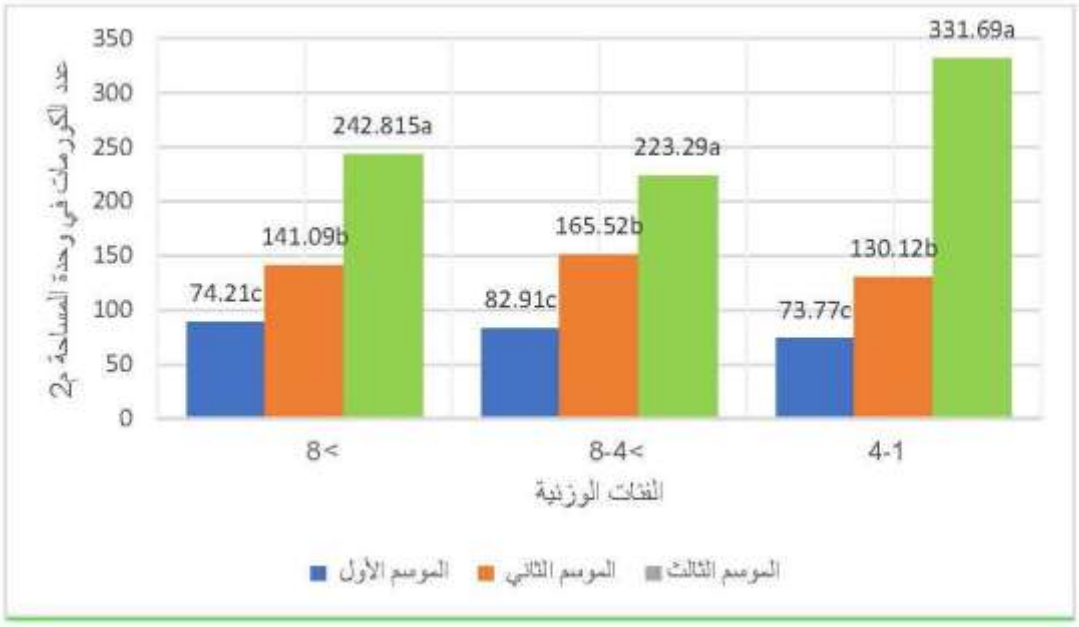
معاملات السماد العضوي وخليطه مع اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ في الموسم الأول والثاني والثالث أعلى عدد من الكورمات الكبيرة (> 8غ) دون فروق معنوية بينها مقارنة مع المعاملات الأخرى، وتفوقت معاملة اليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ معنوياً، على اليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$ والشاهد اللتين ولم تُسجل فروق معنوية بينهما في عدد الكورمات الكبيرة بين الشاهد ومعاملات اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ في الموسم الأول، أما بالنسبة للكورمات المتوسطة الوزن تفوق عدد الكورمات متوسطة الوزن (4–8غ) في الموسم الأول والثاني لدى معاملة الخليط بين السماد العضوي واليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ دون فروق معنوية عن التسميد بالسماد العضوي وخليطه مع 100 كغ.هكتار$^{-1}$ من اليوريا، على معاملات اليوريا 100 و200 كغ، وفي الموسم الثالث تفوقت معاملتي خليط السماد العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ على كافة المعاملات الأخرى، تلاها ودون فروق معنوية بينها معاملات اليوريا 200 و100 كغ.هكتار$^{-1}$ والسماد العضوي في الموسم الثالث وأقل عدد من الكورمات متوسطة الوزن كان في الشاهد (31.84 كورمة.م$^{-2}$) في الموسم الأول، كما ظهر أكبر عدد من الكورمات الصغيرة (< 4غ) في معاملتي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ دون فرق معنوي عن الشاهد في الموسم الثالث (397.12، 329.16، 390.03 كورمة.م$^{-2}$) على التوالي، بينما لوحظ عدم وجود فروق معنوية في عدد الكورمات الصغيرة في كافة المعاملات السمادية في الموسم الأول، ولكن أخفض عدد للكورمات الصغيرة كان في معاملة خليط السماد العضوي واليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$ في الموسم الأول (23.60 كورمة.م$^{-2}$).

وبالنسبة لتأثير المواسم أدى تقدم النبات بالعمر لزيادات معنوية في متوسط عدد الكورمات الكبيرة والمتوسطة والصغيرة حيث كان أكبر عدد من الكورمات في الموسم الثالث فوصل عددها إلى 243.81، 223.29، 331.69 كورمة.م$^{-2}$ على التوالي، بينما كان أقل عدد من الكورمات الصغيرة في الموسم الأول (85.87 كورمة.م$^{-2}$) (الشكل 2).

الجدول (21)؛ تأثير معاملات التسميد في عدد الكورمات وفئاتها الوزنية في وحدة المساحة في المواسم المتتالية

الموسم / التسميد	>8 غ			>4-8غ			>1-4 غ		
المعاملة	موسم أول	موسم ثاني	موسم ثالث	موسم أول	موسم ثاني	موسم ثالث	موسم أول	موسم ثاني	موسم ثالث
الشاهد	34.4ef	5.76f	1.74f	31.84g	78.1defg	74.1defg	89.49de	175.14c	390.03a
اليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$	44.33ef	58.55e	50.31e	42.86g	103.27defg	166.67bcd	94.0de	165.19cd	397.12a
اليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$	70.703e	95.33d	133.33cd	52.05fg	125.56cdef	226.24b	104.01cde	127.18cde	329.16a
العضوي	119.20cd	215.46b	436.04a	86.18efg	198.24bc	221.37b	60.29e	102.74cde	342.09a
عضوي+100كغ.هكتار$^{-1}$	117.80cd	224.77b	414a	131.04cdef	184.35bc	322.55a	23.60e	106.26cde	252.30b
عضوي+200كغ.هكتار$^{-1}$	149.42cd	246.68b	421.67a	154.34bcde	215.56b	329.44a	71.25e	104.26cde	279.44b
LSD (5%)	كورمات كبيرة 43.45			كورمات متوسطة 79.19			76.73كورمات صغيرة		

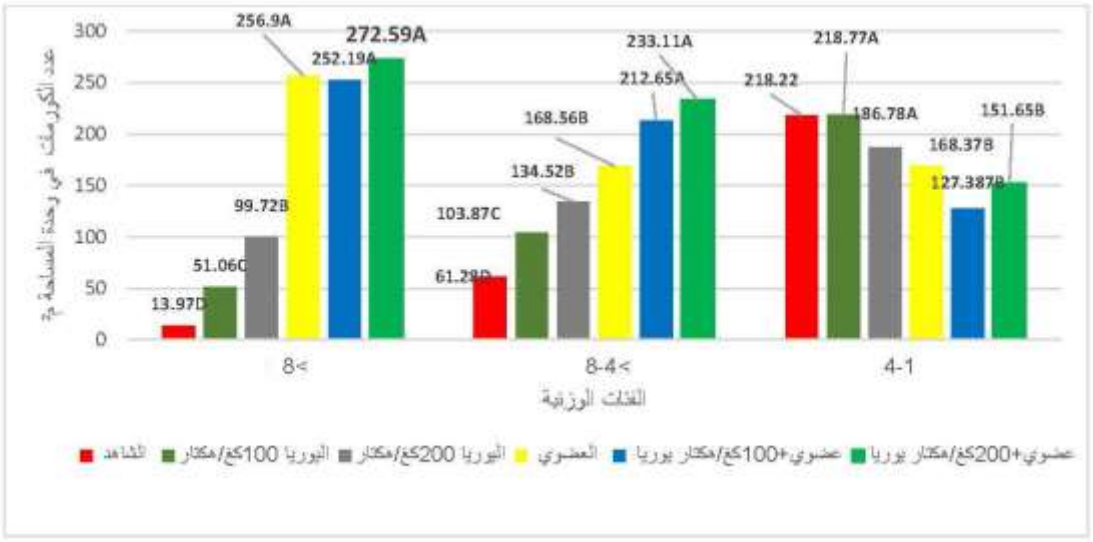
* يشير اختلاف الأحرف ضمن كل فئة وزنية لاختلاف عدد الكورمات الناتجة من التفاعل بين الموسم ومعاملة التسميد.



الشكل (2)؛ تأثير المواسم المتتالية في عدد الكورمات في وحدة المساحة

تبعاً لفئاتها الوزنية (1-4غ، 4-8، غ، أكبرمن 8 غ)

بالنسبة لتأثير معاملات التسميد في متوسط أعداد الكورمات الموزعة ضمن فئات وزنية، يلاحظ أنَّ أكبر عدد من الكورمات الكبيرة (> 8غ) كان لدى كل من معاملات السماد العضوي منفرداً أو خليط السماد العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (256.36، 256.19، 272.59 كورمة.م$^{-2}$) دون فرق معنوي بينها، بينما انخفض العدد في معاملة الشاهد إلى 13.97 كورمة.م$^{-2}$، وكان أكبر عدد من الكورمات المتوسطة الوزن في معاملتي الخليط بين السماد العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (233.11، 212.65 كورمة.م$^{-2}$) بدون فروق معنوية بينها، أما أكبر عدد من الكورمات الصغيرة فكان لدى معاملتي اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (218.77، 218.22 كورمة.م$^{-2}$) على التوالي دون فروق معنوية بينها (الشكل 3).



1-4غ	4-8غ	أكبر من 8غ	LSD5%
44.24	45.47	34.23	

الشكل (3)؛ تأثير المعاملات السمادية في عدد الكورمات في وحدة المساحة

تبعاً لفئاتها الوزنية (1-4غ، 4-8غ، أكبر من 8غ)

على الرغم من زيادة أعداد الكورمات الكبيرة في وحدة المساحة مع تقدم عمر النبات إلا أنَه كنسبة مئوية حدث انخفاض في نسبة الكورمات الكبيرة في الموسمين الثاني والثالث بلغت 33.51، 30.44% على التوالي، مقارنة مع الموسم الأول (36.31%)، وهذا ما يتوافق مع Khozaei وزملائه (2015) إذ وجدوا أنَّ إنتاج الكورمات في مواسم زراعية متتالية في المساحة الزراعية نفسها سوف يزيد المنافسة على المغذيات الموجودة في التربة ولهذا فإن عدد ووزن الكورمات الكبيرة التي تفوق 8غ سوف تنخفض من السنة الأولى حتى العاشرة ويكون الانخفاض في السنوات الأولى ضعيفاً ولكنه يصبح حاداً في السنة السادسة، كما تتماشى نتائج البحث مع نتائج Douglas وزملائه (2014) حيث استمرت الدراسة ثلاثة مواسم باستخدام أوزان مختلفة للكورمات ولوحظ زيادة في معدل التكاثر في المواسم المتتالية وتغير في نسب الكورمات ذات الأوزان المختلفة ضمن كل وزن للكورمات خلال المواسم الثلاث، ولكن بالنسبة لمتوسط عدد الكورمات التي تزيد عن 10غ فقد تناقصت وبشكل كبير في الموسم الثالث. يرجع التفوق المعنوي لمعاملات السماد العضوي وحده أو الخليط في عدد الكورمات الكبيرة المنتجة في وحدة المساحة على كافة المعاملات الأخرى للدور

الإيجابي المذكور سابقاً للسماد العضوي في تحسين خواص التربة، وبلغت نسبة الكورمات الكبيرة في معاملات السماد العضوي والخليط بين السماد العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ 30.97%، 27.50%، 27.43% على التوالي في حين بلغت نسبة الكورمات الكبيرة الناتجة من استخدام اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ 5.37%، 10.70%، وهذا ما يشير إلى ارتفاع النسبة المئوية للكورمات الكبيرة لدى استخدام السماد العضوي وحده أو مخلوطاً مع اليوريا وهو ما يعد المؤشر الأكثر أهمية في إنتاج الزعفران لأن هذه الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ تمثل الكورمات الإنتاجية القادرة على الإزهار في العام التالي (De Mastro وRuta، 1993؛ Tammaro، 1999)، ويبدو تجارياً أنَّ الكورمات التي يتراوح وزنها بين 8–16غ تمثل الوزن الأكثر شيوعاً للكورمات المستخدمة للزراعة الحقلية (Negbi وزملاؤه 1989؛ Kumar وزملاؤه، 2009)، وتشير نتائج McGimpsey وزملاؤه (1997) إلى أنَّ الإنتاجية من الأزهار والكورمات هي أكثر ارتباطاً بمجموع وزن الكورمات الناتجة على الكورمة الأم وعدد الكورمات الكبيرة أكثر من ارتباطها بمتوسط وزن الكورمة الناتجة في النبات.

3–2– تجربة زراعة الكورمات ذات الأوزان المختلفة:

3–2–1– تأثير وزن الكورمة في بعض مقاييس الإنتاج الزهري في المواسم المتتالية:

تدل نتائج التحليل الإحصائي في (الجدول 22) أنَّ لتقدم المواسم أثر معنوي في زيادة عدد الأزهار الناتجة وزيادة الغلة الجافة من المياسم، حيث كانت أعلى القيم في الموسم الرابع والتي بلغت 14.77 زهرة.نبات$^{-1}$ و3.11كغ.دونم$^{-1}$ من المياسم الجافة، تلاها معنوياً الموسم الثالث بعدد أزهار 7.17 زهرة. نبات$^{-1}$ وغلة جافة من المياسم1.51كغ.دونم$^{-1}$، وكانت أقل النتائج في الموسم الأول 0.41 زهرة.نبات$^{-1}$، والغلة 0.09 كغ.دونم$^{-1}$. أما بالنسبة لتأثير وزن الكورمات في عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم، تم الحصول على الغلة الأكبر من الأزهار والمياسم الجافة من الكورمات ذات الوزن الأكبر وبلغت 10.19 زهرة. نبات$^{-1}$، 2.15كغ.دونم$^{-1}$، ومن ثم تلاها الوزن المتوسط

للكورمات وبلغت 7.27 زهرة. نبات$^{-1}$ و1.54كغ.دونم$^{-1}$، وكانت النتائج الأقل وبفارق معنوي في الوزن الأصغر من الكورمات (الجدول 22). وتُبرِز نتائج التفاعل بين وزن الكورمة والموسم تطور الإنتاج معنوياً خاصة لدى الكورمات ذات الوزن الكبير والمتوسط بتتالي المواسم، فقد كانت أعلى النتائج لدى الكورمات كبيرة الوزن في كل موسم، لتتفوق على الكورمات ذات الوزن المتوسط والتي بدورها تفوقت معنوياً على الكورمات صغيرة الوزن في كل المواسم، أما الإنتاج الذي الذي تفوق معنوياً فكان في الموسم الرابع من الكورمات الكبيرة حيث أعطى 23.32 زهرة. نبات$^{-1}$ و4.91 كغ.دونم$^{-1}$ غلة جافة من المياسم، وقد تلاها معنوياً الإنتاج من الكورمات متوسطة الوزن في الموسم الرابع والتي أعطت 17.85 زهرة. نبات و 3.76 كغ.دونم$^{-1}$ مياسم جافة، وانعدم الإزهار ومن ثم الغلة الجافة من المياسم كلياً في الموسم الأول لدى الكورمات صغيرة الوزن (الجدول 22).

الجدول (22)؛ تأثير وزن الكورمات في بعض مقاييس الإنتاج الزهري في المواسم المتتالية

الإزهار (زهرة.نبات$^{-1}$)					الغلة من المياسم(كغ.دونم$^{-1}$)				
الموسم / وزن الكورمة	الموسم الأول (2016)	الموسم الثاني (2017)	الموسم الثالث (2018)	الموسم الرابع (2019)	المتوسط	الموسم الأول (2016)	الموسم الثاني (2017)	الموسم الثالث (2018)	الموسم الرابع (2019)	المتوسط
>12-8غ	0.87h	4.31e	12.24c	23.32a	10.19A	0.19g	0.91e	2.58c	4.91a	2.15A
>8-4غ	0.35hi	2.77f	8.12d	17.85b	7.27B	0.08gh	0.59f	1.71d	3.76b	1.54B
4-1غ	0i	0.40hi	1.14g	3.13f	1.17C	0h	0.09gh	0.25f	0.67f	0.25C
المتوسط	0.41D	2.5C	7.17B	14.77A		0.09D	0.53C	1.51B	3.11A	
LSD (5%)	المواسم	0.35				المواسم	0.07			
	الفئات الوزنية	0.3				الفئات الوزنية	0.06			
	التفاعل	0.61				التفاعل	0.13			

يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين الفئات الوزنية للكورمات

3-2-2- تأثير وزن الكورمة في بعض مقاييس الإكثار في المواسم المتتالية:

تشمل مقاييس الإكثار المدروسة كل من معدل التكاثر، ومجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات. بالنسبة لمعدل التكاثر تدل النتائج (الجدول 23) أنّ لتوالي المواسم أثر إيجابي في معدل

التكاثر، حيث لوحظ أعلى معدل للتكاثر في الموسم الثالث (13.91 كورمة.نبات$^{-1}$)، بينما كان أقل معدل للتكاثر في الموسم الأول (5.35 كورمة.نبات$^{-1}$)، ولوحظ أنَّ لوزن الكورمات الأم المزروعة أثر معنوي في معدل التكاثر، ففي الوقت الذي وصل معدل الإكثار في الكورمات الكبيرة إلى12.80 كورمة. نبات$^{-1}$ وهو الأعلى معنوياً، كان معدل التكاثر الناتج من الكورمات الصغيرة 1-4غ الأقل معنوياً حيث انخفض إلى 5.6 كورمة. نبات$^{-1}$، أما بالنسبة للتفاعل بين الموسم ووزن الكورمة وجد أنَّ لتقدم المواسم أثر معنوي في زيادة معدل الإكثار في كافة الأوزان المدروسة وكان أعلى معدل للتكاثر في الكورمات كبيرة الوزن في الموسم الثالث حيث بلغت 19.97 كورمة. نبات$^{-1}$، في حين نتج أدنى معدل للتكاثر من الكورمات الصغيرة في الموسم الأول حيث بلغ 2.43 كورمة. نبات$^{-1}$.

الجدول (23)؛ تأثير وزن الكورمات في معدل التكاثر (كورمة.نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية

الموسم / وزن الكورمة	الموسم الأول (2017)	الموسم الثاني (2018)	الموسم الثالث (2019)	المتوسط
>8-12غ	**8.11d**	**10.333c**	**19.97a**	**12.80A**
>4-8غ	**5.52e**	**8.400d**	**13.67b**	**9.20B**
1-4غ	**2.43f**	**6.27e**	**8.100d**	**5.60C**
المتوسط	**5.35C**	**8.33B**	**13.91A**	
Lsd(5%)	المواسم **0.40**	وزن الكورمة **0.56**	التفاعل **0.98**	

يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم

يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين الفئات الوزنية للكورمات

وبالنسبة لمجموع وزن الكورمات الناتجة من النبات، بينت نتائج التحليل الإحصائي أنَّ هناك زيادة معنوية في مجموع وزن الكُريّمات الناتجة بتوالي المواسم، فقد تفوق معنوياً مجموع وزن الكورمات في الموسم الثالث على المواسم السابقة إذ بلغ 118.37غ. نبات$^{-1}$ تلاها معنوياً الموسم الثاني 58.67غ. نبات$^{-1}$ ومن ثم الموسم الأول بوزن كورمات 37.36غ. نبات$^{-1}$، على التوالي (الجدول 24). وتبرز نتائج تأثير وزن الكورمة تفوق الكورمات الكبيرة في مجموع وزن الكورمات الناتجة فوصل إلى 90.88 غ. نبات$^{-1}$ ولكن دون فرق معنوي عن مجموع وزن الكورمات الناتجة

من كورمات متوسطة الوزن (79.37غ)، بينما نتج أقل مجموع للوزن وبفارق معنوي من الكورمات الصغيرة (1–4غ) وصل إلى 44.15غ. نبات$^{-1}$، أما بالنسبة لتأثير التفاعل بين المواسم وأوزان الكورمات، ظهر أعلى متوسط لمجموع وزن الكورمات لدى كل من الكورمات كبيرة الوزن والمتوسطة الوزن دون فروق معنوية بينها في الموسم الثالث وبلغت 145.89غ.نبات$^{-1}$، 135.78غ. نبات$^{-1}$ للكورمات الكبيرة والمتوسطة على الترتيب (الجدول 24).

الجدول (24)؛ تأثير وزن الكورمات في مجموع وزن الكورمات الناتجة عن النبات (غ.نبات$^{-1}$) في المواسم المتتالية

الموسم / وزن الكورمة	الموسم الأول (2017)	الموسم الثاني (2018)	الموسم الثالث (2019)	المتوسط
>8-12غ	51.74cd	75b	145.89a	90.88A
>4-8غ	37.33de	65bc	135.78a	79.37A
1-4غ	23e	36de	73.44bc	44.15B
المتوسط	37.36C	58.67B	118.37A	
Lsd(5%)	المواسم	أوزان الكورمات	التفاعل	
	7.73	11.94	18.95	

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية في معاملات التفاعل

**يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن السطر إلى وجود فروق معنوية بين المواسم

***يشير اختلاف الأحرف الكبيرة ضمن العمود إلى وجود فروق معنوية بين الفئات الوزنية للكورمات



تطور الكورمات صغيرة الوزن خلال موسم النمو الثاني



تطور الكورمات المتوسطة الوزن خلال الموسم الثاني



تطور الكورمات متوسطة الوزن الكورمات خلال موسم النمو الثالث

الصورة (13)؛ تطور وزن الكورمات الصغيرة والمتوسطة الوزن

3-2-3- تأثير وزن الكورمة في عدد الكورمات الناتجة في وحدة المساحة (كورمة.م$^{-2}$) ضمن الفئات الوزنية في المواسم المتتالية:

تشير نتائج التحليل الإحصائي في (الجدول 25) أنَّ أكبر عدد من الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ كانت في الموسم الثالث حيث بلغت 450.23 كورمة.م$^{-1}$، تلاها معنوياً العدد الناتج من

الوزن المتوسط للكورمات الأم في الموسم الثالث والذي بلغ 330.83 كورمة.م$^{-2}$، ومن الملاحظ أنّ هناك زيادة معنوية في عدد الكورمات الكبيرة التي يزيد وزنها عن 8غ الناتجة من الفئة الوزنية الأكبر (>8–12غ) في الموسم الثاني والتي وصلت إلى164.04 كورمة.م$^{-2}$ مقارنة بالعدد الناتج في الموسم الأول لنفس الفئة (>8–12غ) والذي بلغ 163.70 كورمة.م$^{-2}$، ونتج أقل عدد من الكورمات الأكبر من 8غ (16.6 و47.89) كورمة.م$^{-2}$، بدون فرق معنوي بينهما في الموسم الأول والثاني، على التوالي في الفئة الوزنية الأصغر (1–4 غ)، وبرز أكبر عدد من الكورمات المتوسطة الوزن في الموسم الثالث (283.89 كورمة.م$^{-2}$) في حالة زراعة الكورمات الأم كبيرة الوزن، بينما برز أقل عدد من هذه الكورمات في الموسم الأول عند زراعة أصغر قياس من الكورمات الأم فكانت 19.75كورمة.م$^{-2}$.

الجدول (25)؛ تأثير وزن الكورمة والمواسم المتتالية في عدد الكورمات في وحدة المساحة (كورمة.م$^{-2}$) ضمن الفئات الوزنية

الموسم	وزن الكورمة الأم المزروعة (غ)	عدد الكورمات > 8غ (كورمة.م$^{-2}$)	عدد الكورمات (>4–8غ) (كورمة.م$^{-2}$)	عدد الكورمات (1–4غ) (كورمة.م$^{-2}$)
الموسم الأول 2017	**12-8>**	163.70c	97.89e	143.92b
	8-4>	98.59de	116.62ed	60.79e
	1-4	16.6f	19.75f	85.15d
الموسم الثاني 2018	**12-8>**	164.04c	129.58ed	229.91b
	8-4>	131.60cd	137.23d	151.17c
	1-4	47.89f	172.20c	93.24c
الموسم الثالث 2019	**12-8>**	450.23a	283.89a	264.37a
	8-4>	330.83b	205.00b	147.50c
	1-4	107.517d	140.72cd	156.77c
Lsd (5%)		31.54	32.47	32.62

يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى اختلافات معنوية في معاملات التفاعل في الفئة الوزنية الواحدة.

وتجدر الإشارة أنّه تم الحصول على أكبر عدد من الكورمات الصغيرة في الموسم الثالث عند زراعة الكورمات الكبيرة فكان العدد 264.37 كورمة.م$^{-2}$، وظهر أقل عدد من الكورمات الصغيرة في الموسم الأول في الوزن المتوسط للكورمات الأم والذي بلغ60.79 كورمة.م$^{-2}$ (الجدول 25).

ولمناقشة ماسبق من النتائج لوحظ حدوث تغيرات كبيرة في الإنتاج الزهري والكورمي الناتج من الفئات الوزنية المختلفة باستمرار المواسم، حيث انخفض الإزهار والغلة الجافة من المياسم في الموسم الأول في كافة الأوزان المزروعة حتى أنّه انعدم كلياً في الكورمات الصغيرة الوزن (1–4غ)، وتظهر نتائج هذا البحث أنَّ نسبة 13% من الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ وهو الوزن الحرج المحدد للإزهار (Kumar، 2009) قد فشلت في الإزهار، وهذا ما يتوافق مع ما توصل إليه كل من McGimpsey وزملاؤه (1997) وAgayev وزملاؤه (2009). وجد من خلال دراسة التفاعل بين المواسم وأوزان الكورمات أنَّ هنالك تطور في الغلة من الأزهار والمياسم الجافة الناتجة في وحدة المساحة بتوالي المواسم وذلك في كل من الكورمات الكبيرة (>8–12غ) والكورمات المتوسطة الوزن (>4–8غ)، وهذا يتطابق لحد كبير مع نتائج Douglas وزملاؤه (2014)، كما لوحظ انعدام الإزهار كلياً لدى الكورمات المنخفضة الوزن 1–4غ في الموسم الأول، وارتفاعها بشكل زهيد جداً في الموسم الثاني ليصل إلى 0.40 زهرة. نبات$^{-1}$، بينما ارتفعت النسبة بشكل ملحوظ في الموسم الثالث لتصل إلى 1.14 زهرة. نبات$^{-1}$، وهكذا نجد أنَّ إزهار الكورمات الصغيرة 1–4غ قد احتاج إلى ثلاث مواسم للوصول للوزن الحرج المحدد للإزهار، أي أنّه بتعاقب المواسم حدثت زيادة في عدد الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ، وهذا يتطابق مع نتائج Douglas وزملاؤه (2014)، وترجع الزيادة في الإزهار والغلة الجافة من المياسم في الكورمات الكبيرة والمتوسطة بتوالي المواسم إلى زيادة في أعداد الكورمات التي يفوق وزنها 8غ في هاتين الفئتين الوزنيتين وفقاً لنتائج الجدول (25)، وبالرغم من عدم حدوث زيادة معنوية في مجموع عدد الكورمات التي يفوق وزنها 8غ والناتجة من الفئة الوزنية الأكبر المزروعة (>8–12) في الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول لكن ظهرت زيادة معنوية في غلة الموسم الثالث مقارنة مع غلة الموسم الثاني من المياسم الجافة، ويرجع ذلك إلى تزايد بالوزن الكلي من الكورمات الناتجة في الموسم الثاني بدءاً من الكورمات الكبيرة الوزن مقارنة مع مجموع وزن الكورمات الناتجة من هذه الفئة في الموسم الأول،

مما يعني أنَّ هذه المجموعة من الكورمات التي يفوق وزنها 8غ ستكون بوزن أعلى من تلك الناتجة في الموسم الأول، ومن المعلوم أنَّ زيادة وزن الكورمة يتوافق مع زيادة عدد الأزهار الناتجة منها (De Maestro وRuta، 1993؛ Gresta وزملاؤه، 2008)، ومن الملاحظ أنَّ هناك زيادة في النسبة المئوية للكورمات المتوسطة الوزن الناتجة من الفئة الوزنية المتوسطة (>4-8 غ) في الموسم الأول حيث بلغت 42.25% (116.62 كورمة.م$^{-2}$)، وهذا ما يوافق ماتوصل إليه Douglas وزملاؤه (2014) والذي أكد أنَّ النسبة الأكبر من الكورمات التي ستنتج في العام الأول عند زراعة كورمات أم ذات وزن أقل من 10غ هي كورمات ذات وزن أقل من 10غ، بينما بلغت النسبة المئوية للكورمات الكبيرة الوزن الناتجة من الفئة المتوسطة الوزن في الموسم الأول 22.02% أي بلغت نسبة الكورمات الكبيرة والمتوسطة 64.27%، وهذا ما يتعارض مع نتائج Koocheki وSeyyedi (2015) اللذان انخفضت لديهما النسبة المئوية للكورمات المتوسطة والكبيرة الوزن مقارنة مع الكورمات الصغيرة الوزن (90%).

بالنسبة لتأثير تقدم المواسم الزراعية حدثت زيادات معنوية في متوسط عدد الأزهار المنتجة من النبات ومن ثم الغلة الجافة من المياسم بتقدم المواسم، وهذا ما يتوافق مع ماتوصل إليه Douglas وزملاؤه (2014) وTookalloo وزملاؤه (2010)، وترجع الزيادة في عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم بتوالي المواسم لزيادة العدد الكلي من الكورمات وزيادة مجموع وزن الكورمات الناتجة، ولكن الزيادة حقيقة ترتبط بزيادة مجموع عدد الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ بتوالي المواسم في وحدة المساحة وهو عادة الوزن الحرج المحدد للإزهار (Kumar وزملاؤه، 2009)، وهذا ماتدعمه نتائج الجدول (25)، كما أظهرت النتائج أنَّ تقدم عمر الزراعة الحقلية أدى إلى زيادات معنوية في بعض مقاييس إكثار الكورمات مثل معدل التكاثر ومتوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة عن الكورمة الأم، ومجموع عدد الكورمات الكبيرة التي يزيد وزنها عن 8غ في وحدة المساحة، حيث تفوقت نتائج الموسم الثالث على نتائج الموسم الثاني والأول، وتتوافق الزيادة

الحاصلة في مجموع وزن الكورمات والتي بلغت 1.57ضعف في الموسم الثاني، ووصلت إلى 3.17 ضعف مقارنة مع الموسم الأول جزئياً مع نتائج Mc Gimpsey وزملاؤه (1997) والذي حقق نسب تضاعف أكبر، لكن تتعارض مع نتائج Khozaei وزملاؤه (2015) الذي حدث لديه انخفاض في أعداد الكورمات التي تفوق 8غ مع استمرار المواسم، هكذا يُلاحظ أنّه يوجد تباين بين نتائج هذا البحث وبعض الأبحاث السابقة، وقد يعود هذا لاختلاف ظروف التغذية المعدنية وعمليات الري والعناية الحقلية بالإضافة للظروف البيئية لاسيما عند إنتاج الزعفران لفترات طويلة (Rezvani Moghaddam وزملاؤه، 2013؛ Koocheki وSeyyedi، 2015)، وترجع تلك الزيادات في عدد الكورمات ومجموع وزنها للقدرة الطبيعية لكورمات الزعفران السليمة على التكاثر الخضري عبر الكورمات (Mathew، 1982).

عند دراسة تأثير عامل وزن الكورمة في الإنتاج الزهري والكورمي، لوحظ زيادة في عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم لدى الوزن الأكبر من الكورمات لتتفوق على الوزن المتوسط والأصغر، وكذلك زيادة بمقاييس الإكثار الكورمي المدروسة من حيث زيادة عدد الكورمات المتكونة ومجموع وزن الكورمات على النبات وعدد الكورمات التي يفوق وزنها 8غ، وترجع تلك الزيادة في الإنتاجية إلى زيادة العناصر الغذائية المخزنة في الكورمة الأم ذات القياس الأكبر، حيث أنَّ المراحل المبكرة من النمو والتي تتضمن الإنبات والإزهار تعتمد وبشكل كبير على المواد المغذية المدخرة في الكورمة الأم، بالإضافة إلى زيادة امتصاص المواد الغذائية خلال موسم النمو، فالكورمات الأكبر تنتج المزيد من الجذور والمادة الجافة مقارنة بالكورمات الأصغر (Renau-Morata وزملاؤه، 2012)، وزيادة انتاج الجذور تتسبب بزيادة امتصاص الماء والعناصر المغذية من التربة ممّا يساهم في تشكل مجموع خضري قوي يسهم من خلال عملية التمثيل الضوئي في تغذية الكورمات الجديدة المتكونة على الكورمة الأم، والتي تتكون في بدايات الربيع، ولا تملك جذور بل تستمد التغذية من منتجات عملية التمثيل الضوئي للأوراق الناتجة من النبات الأم والمواد المغذية الممتصة من التربة

من قبل جذور النبات الأم (Sabet-teimouri وزملاؤه، 2013). وهكذا نلاحظ من خلال نتائج هذا البحث أنَّ تأثير وزن الكورمات المستخدم في تأسيس الزراعة استمر مدة أربعة مواسم متتالية في الإنتاج الزهري وثلاثة مواسم متتالية في الإنتاج الكورمي، وهذاما يتطابق مع نتائج Kaushal وUpadhyay (2002) والذي وجد أنَّ الإنتاج من الكورمات والغلة من الإزهار يعتمدان ولعدة مواسم متتالية على القياس التأسيسي للكورمات المزروعة.

بالنسبة لتأثير تقدم المواسم الزراعية حدثت زيادات معنوية في متوسط عدد الأزهار المنتجة من النبات ومن ثم الغلة الجافة من المياسم بتقدم المواسم، وهذا ما يتوافق مع ما توصل إليه Douglas وزملاؤه (2014) وTookalloo وزملاؤه (2010)، وترجع الزيادة في عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم بتوالي المواسم لزيادة العدد الكلي من الكورمات وزيادة مجموع وزن الكورمات الناتجة، ولكن الزيادة حقيقة ترتبط بزيادة مجموع عدد الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ بتوالي المواسم في وحدة المساحة وهو عادة الوزن الحرج المحدد للإزهار (Kumar وزملاؤه، 2009) وبالرغم من عدم حدوث زيادة معنوية في مجموع عدد الكورمات التي يفوق وزنها 8غ والناتجة من الفئة الوزنية الأكبر المزروعة (>8–12) في الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول لكن ظهرت زيادة معنوية في غلة الموسم الثالث مقارنة مع غلة الموسم الثاني من المياسم الجافة، ويرجع ذلك إلى تزايد بالوزن الكلي من الكورمات الناتجة في الموسم الثاني بدءاً من الكورمات الكبيرة الوزن مقارنة مع مجموع وزن الكورمات الناتجة من هذه الفئة في الموسم الأول، مما يعني أنَّ هذه المجموعة من الكورمات التي يفوق وزنها 8غ ستكون بوزن أعلى من تلك الناتجة في الموسم الأول، ومن المعلوم أنَّ زيادة وزن الكورمة يتوافق مع زيادة عدد الأزهار الناتجة منها (De Mastro وRuta، 1993؛ Gresta وزملاؤه، 2008)، ومن الملاحظ أنَّ هناك زيادة في النسبة المئوية للكورمات المتوسطة الوزن الناتجة من الفئة الوزنية المتوسطة (>4-8 غ) في الموسم الأول حيث بلغت 42.35% (116.62 كورمة.م$^{-2}$)، وهذا ما يوافق ما توصل إليه Douglas وزملاؤه (2014)

والذي أكد أنَّ النسبة الأكبر من الكورمات التي ستنتج في العام الأول عند زراعة كورمات أم ذات وزن أقل من 10غ هي كورمات بنات ذات وزن أقل من 10غ، بينما بلغت النسبة المئوية للكورمات الكبيرة الوزن الناتجة من الفئة المتوسطة الوزن في الموسم الأول 35.72% وهذا ما يوافق نتائج Khan وزملاؤه (2011) والذي وجد أنَّ نسبة جيدة من الكورمات الناتجة من كورمات أم متوسطة الوزن (5–7غ) ستكون أكبر من 8غ، ولكن تتعارض هذه النتائج مع Koocheki وSeyyedi (2015) اللذان انخفضت لديهما النسبة المئوية للكورمات المتوسطة والكبيرة الوزن مقارنة مع الكورمات الصغيرة الوزن (90%).

بالنسبة لتأثير تقدم المواسم الزراعية حدثت زيادات معنوية في متوسط عدد الأزهار المنتجة من النبات ومن ثم الغلة الجافة من المياسم بتقدم المواسم، وهذا ما يتوافق مع ما توصل إليه Douglas وزملاؤه (2014) وTookalloo وزملاؤه (2010)، وترجع الزيادة في عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم بتوالي المواسم لزيادة العدد الكلي من الكورمات وزيادة مجموع وزن الكورمات الناتجة بالإضافة إلى زيادة مجموع عدد الكورمات التي يزيد وزنها عن 8غ بتوالي المواسم في وحدة المساحة، وهذا ما تدعمه نتائج (الجداول 23، 24، 25) وما يتفق مع نتائج Kumar وزملاؤه (2009)، كما أظهرت النتائج أنَّ تقدم عمر الزراعة الحقلية أدى إلى زيادات معنوية في بعض مقاييس إكثار الكورمات مثل معدل التكاثر ومتوسط مجموع وزن الكورمات الناتجة عن الكورمة الأم، ومجموع عدد الكورمات الكبيرة التي يزيد وزنها عن 8غ في وحدة المساحة، حيث تفوقت نتائج الموسم الثالث على نتائج الموسم الثاني والأول، وتتوافق الزيادة الحاصلة في مجموع وزن الكورمات والتي بلغت 1.57 ضعف في الموسم الثاني، ووصلت إلى 3.17 ضعف مقارنة مع الموسم الأول مع جزئياً مع نتائج Mc Gimpsey وزملاؤه، (1997) والذي حقق نسب تضاعف أكبر، لكن تتعارض مع نتائج Khozaei وزملاؤه (2015) الذي حدث لديه انخفاض في أعداد الكورمات التي تفوق 8غ مع استمرار المواسم، هكذا يُلاحظ أَنَه يوجد تباين بين نتائج هذا البحث

وبعض الأبحاث السابقة وقد يعود هذا لاختلاف ظروف التغذية المعدنية وعمليات الري والعناية الحقلية بالإضافة للظروف البيئية لاسيما عند إنتاج الزعفران لفترات طويلة (Rezvani وزملاؤه، 2013؛ Koocheki و Seyyedi، 2015).

لدى دراسة تأثير عامل وزن الكورمة في الإنتاج الزهري والكورمي، لوحظ زيادة في عدد الأزهار والغلة الجافة من المياسم لدى الوزن الأكبر من الكورمات لتتفوق على الوزن المتوسط والأصغر، وكذلك زيادة بمقاييس الإكثار الكورمي المدروسة من حيث زيادة عدد الكورمات المتكونة ومجموع وزن الكورمات على النبات وعدد الكورمات التي يفوق وزنها 8غ، وترجع تلك الزيادة في الإنتاجية إلى زيادة العناصر الغذائية المخزنة في الكورمة الأم ذات القياس الأكبر، حيث أنَّ المراحل المبكرة من النمو والتي تتضمن الإنبات والإزهار تعتمد وبشكل كبير على المواد المغذية المدخرة في الكورمة الأم، بالإضافة إلى زيادة امتصاص المواد الغذائية خلال موسم النمو، فالكورمات الأكبر تنتج المزيد من الجذور والمادة الجافة مقارنة بالكورمات الأصغر (Renau-Morata وزملاؤه، 2012)، وزيادة إنتاج الجذور تتسبب بزيادة امتصاص الماء العناصر المغذية من التربة ممّا يساهم في تشكل مجموع خضري قوي يسهم من خلال عملية التمثيل الضوئي في تغذية الكورمات الجديدة المتكونة على الكورمة الأم، والتي تتكون في بدايات الربيع، ولا تملك جذور بل تستمد التغذية من منتجات عملية التمثيل الضوئي للأوراق الناتجة من من النبات الأم والمواد المغذية الممتصة من التربة من قبل جذور النبات الأم (Sabet-teimouri وزملاؤه، 2013). وهكذا نلاحظ من خلال نتائج هذا البحث أنَّ تأثير وزن الكورمات المستخدم في تأسيس الزراعة استمر مدة أربعة مواسم متتالية في الإنتاج الزهري وثلاثة مواسم متتالية في الإنتاج الكورمي، وهذا ما يتطابق مع نتائج Kaushal وUpadhyay (2002) والذي وجد أنَّ الإنتاج من الكورمات والغلة من الإزهار يعتمدان ولعدة مواسم متتالية على القياس التأسيسي للكورمات المزروعة.

3-3- تجربة الزراعة بدون تربة:

3-3-1- تأثير وزن الكورمات في مقاييس النمو والإنتاج في الزراعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق (DFT):

تظهر النتائج في (الجدول 26) أنَّ أكبر عدد من النموات (2.17 نمو.كورمة$^{-1}$) وأكبر عدد من الأوراق (22.42 ورقة.كورمة$^{-1}$)، وأكبر عدد من الأزهار (0.94 زهرة.كورمة$^{-1}$)، وأكبر مجموع لوزن الكورمات الناتجة من النبات (32.61غ)، نتجت من الكورمات ذات الوزن الأعلى وقد تلاها معنوياً في المؤشرات المذكورة نفسها للكورمات ذات الوزن المتوسط (1.33 نمو.كورمة$^{-1}$، 14.33 ورقة.كورمة$^{-1}$، 0.07 زهرة.نبات$^{-1}$، 21.58غ مجموع وزن الكورمات)، أما أقل النتائج للمؤشرات السابقة نفسها نتجت من الكورمات الصغيرة الوزن (1 نمو.كورمة$^{-1}$، 9.23 ورقة.نبات$^{-1}$، 0 زهرة.نبات$^{-1}$، 10.20غ. نبات$^{-1}$) ولم يكن هناك فروق معنوية في متوسط طول الأوراق بين الأوزان الثلاثة الكبيرة والمتوسطة والصغيرة حيث بلغت 28.33، 28.81، 28،33سم على التوالي، وبالرغم من اختلاف عدد الكورمات التجارية (>8 غ) ذات الوزن الاقتصادي الذي يفوق 8غ ضمن تقنية التدفق العميق تبعاً لوزن الكورمة المستخدمة وتفوق عدد الكورمات التجارية الناتجة في المكرر بدءاً من الكورمات ذات الوزن الأكبر والتي بلغت 23.4 كورمة. 10 نبات$^{-1}$، والتي تلاها عدد الكورمات المنتجة من الكورمات المتوسطة الوزن والتي كانت 14.9 كورمة.10نبات$^{-1}$، بينما نتج أقل عدد من الكورمات ذات الوزن الأصغر حيث بلغت 10 كورمة. 10 نبات$^{--1}$، إلا أنَّ كافة الكورمات الناتجة في هذه التقنية ومن كافة الأوزان هي كورمات تجارية (> 8غ) بلغت نسبتها 100% من كافة الأوزان، كما لم تُسجل الفروق معنوية في متوسط وزن الكورمات الناتجة من الفئة الوزنية الأعلى والمتوسطة (13.94، 13.75غ على التوالي)، بينما كان أقل متوسط لوزن الكورمات وبفارق معنوي 10.20غ في معاملة الكورمات ذات الوزن الأصغر، وعلى الرغم من ذلك فإنَ كافة

الكورمات الناتجة ضمن هذا النظام ومن كافة الأوزان المستخدمة هي كورمات ذات وزن عالي مصنفة ضمن الوزن التجاري الإنتاجي للكورمات.

الجدول (26)؛ تأثير وزن الكورمات في بعض مقاييس النمو الخضري والإنتاج الزهري والكورمي في الزراعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق كمتوسط للموسمين 2019/2018-2020/2019

وزن الكورمة	عدد النموات نمو.نبات$^{-1}$	عدد الأوراق ورقة. نبات$^{-1}$	طول الأوراق سم	عدد الأزهار زهرة. نبات$^{-1}$	عدد الكورمات كورمة .نبات$^{-1}$	مجموع وزن الكورمات غ	متوسط وزن الكورمةغ	عدد الكورمات التجارية ونسبتها المئوية كورمة .10نبات$^{-1}$
كبير (8-12غ)	2.17a	22.42a	28.33a	0.94a	2.34a	32.61a	13.94a	23.4a(100%)
وسط(4-8غ)	1.33b	14.33b	28.81a	0.07b	1.49b	21.59b	13.75a	14.9b (100%)
صغير(1-4غ)	1.0c	9.23c	28.33a	0b	1.00c	10.20c	10.20b	10c(100%)
LSD (5%)	0.19	2.31	2.08	0.52	0.47	6.39	2.29	4.7

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ضمن كل قراءة على حدى.

إنّ ظهور أكبر عدد من النموات والأزهار والأوراق وكذلك أكبر عدد من الكورمات الناتجة على الكورمة الأم لدى الكورمات الكبيرة هو أمر مرتبط بوزن الكورمة، حيث أكد Omidbaigi وزملاؤه (2012) أنَّ هناك علاقة ارتباط إيجابية بين وزن الكورمة وكل من عدد الأزهار والإنتاجية من المياسم ومقاييس النمو الخضري وكذلك عدد ومجموع وزن الكورمات، وأما عدم ظهور أزهار في الأوزان الصغيرة والمتوسطة يتوافق مع العديد من الأبحاث التي تؤكد أنَّ الكورمات الصغيرة لا تزهر في العام الأول، إذ يجب أنَّ يفوق وزن الكورمات المستخدمة 8غ لتتخطى الحد الحرج، ولكن تزهر وبشكل أكيد لدى وزن 10غ (Sadeghi، 1994)، ويلاحظ في هذه التجربة أنَّ كافة الكورمات المنتجة ومن كافة الأوزان المستخدمة كانت كورمات تجارية يفوق وزنها 8غ حتى تلك المنتجة من كورمات يتراوح وزنها بين 1-4غ، إنَ الحصول على هذه الأوزان من الكورمات في العام الأول من الزراعة له أهمية كبيرة في الإنتاج الكورمي، إذ أنَّ العديد من الأبحاث أكدت أنَّ الكورمات الصغيرة الوزن (<4) تحتاج ثلاث سنوات للوصول للوزن الذي تصبح فيه الكورمات قادرة على الإزهار (McGimpsey وزملاؤه، 1997)، وقد يرجع السبب في زيادة وزن الكورمات الناتجة من الكورمات الصغيرة ومن العام الأول إلى غمر جذور النبات باستمرار في طبقة من المحلول المغذي

الغني بالأكسجين مما يسمح للجذور بامتصاص الإمدادات الكافية من الماء والأكسجين والمواد المغذية في هذا النظام خاصة أنهَ في مرحلة تكون الكورمات تزدادالحاجة للماء والمواد المغذية (Asker، 2015) وهذا ما ينعكس إيجاباً على وزن الكورمات الناتجة.



الصورة (14)؛ النمو الخضري للكورمات التي تنتمي للفئات الوزنية المختلفة



الصورة (15)؛ التجانس الشكلي والوزني الكبير في الكورمات الناتجة من تقنية التدفق العميق

3-3-2- تأثير نوع وسط النمو المستخدم في مقاييس النمو والإنتاج في تقنية الزراعة بدون تربة في الأصص:

تظهر النتائج في (الجدول 27) أنَّ لنوع الوسط تأثير كبير وواضح في العديد من مقاييس النمو والإنتاج فبرز أكبر عدد من النموات لدى الكورمات المزروعة في البرلايت والخليط بين البتموس والبرلايت (3.37، 3.53 نمو.كورمة$^{-1}$ على التوالي) دون فروق معنوية بينها، في حين أعطت الكورمات المزروعة في البتموس أخفض عدد للنموات معنوياً (2.67 نمو.كورمة$^{-1}$). وكان لنوع وسط النمو تأثير معنوي في عدد الأوراق فظهر أقل عدد للأوراق في معاملة البرلايت (20.22 ورقة.كورمة$^{-1}$)، بينما حدثت زيادة معنوية في عدد الأوراق في معاملة البتموس ومعاملة خليط البتموس والبرلايت دون فروق معنوية في عدد الأوراق بينهما(22، 22.74 ورقة.نبات$^{-1}$)، كما أظهرت هاتين المعاملتين أكبر طول للأوراق (45.68، 47.33 سم على التوالي) دون فروف معنوية بينها، في حين أنَّ أخفض طول للأوراق كان في معاملة البرلايت (39.06سم)، لم تظهر لدينا فروقات معنوية في عدد الأزهار بين أوساط النمو الثلاث البتموس البرلايت والخليط (1.01، 1.08، 1.03 زهرة.نبات$^{-1}$) ومتوسط الوزن الجاف الجاف للميسم (0.071، 0.073، 0.070غ.م$^{-2}$)، كما نلاحظ أنَّ لنوع الوسط تأثير هام وملموس في مقاييس الإنتاج من الكورمات فكان عدد الكورمات في البرلايت (5.67 كورمة. نبات$^{-1}$)، وقد تلاها عدد الكورمات في الخليط (3.1 كورمة.نبات$^{-1}$) في حين أنَّ أقل عدد للكورمات كان في البتموس (2.67 كورمة.نبات$^{-1}$) وفي الوقت نفسه لم تكن هناك فروق معنوية في مجموع وزن الكورمات الناتجة بين البتموس والبرلايت وخليط البتموس والبرلايت (17.92، 16.64، 15غ) على التوالي، وظهر وأعلى متوسط لوزن الكورمة (6.72غ) في معاملة البتموس وتلاها معنوياً معاملة الخليط في مقاييس المذكورة (4.83غ)، وظهر أقل متوسط لوزن الكورمة (2.93غ) في البرلايت.

الجدول (27)؛ تأثير نوع وسط النمو المستخدم في مقاييس النمو والإنتاج في الزراعة بدون تربة ضمن تقنية الزراعة في أصص لمتوسط الموسمين 2019/2018– 2020/2019

نوع الوسط	عدد النموات نمو. كورمة$^{-1}$	عدد الأوراق ورقة. كورمة$^{-1}$	طول الأوراق سم	عدد الأزهار زهرة. نبات $^{-1}$	غلة المياسم الجافة من 10نبات (غ.10 نبات$^{-1}$)	عدد الكورمات (كورمة . نبات$^{-1}$)	مجموع وزن الكورمات (غ.نبات$^{-1}$)	متوسط وزن الكورمة(غ)
بتموس	2.67b	22.00a	45.68a	1.03a	a0.071	2.67c	17.92	6.72a
برلايت	3.37a	20.22b	39.06b	1.08a	a0.073	5.67a	16.64	2.93c
خليط	3.53a	22.74a	47.33a	1.01a	0.070a	3.10b	15.00	4.83b
LSD(5%)	0.56	1.39	3.57	NS	NS	0.78	NS	1.24

*تشير الأحرف الصغيرة المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ضمن كل قراءة على حدى.

**NS غير معنوي عند مستوى معنوية 5%.

تبين النتائج أنّ لنوع وسط النمو المستخدم ضمن تجربة الزراعة بدون تربة تأثيرات في مقاييس النمو الخضري والزهري وكذلك مقاييس الإنتاج من الكورمات وتتوافق نتائج النمو الخضري مع نتائج Ameen وHabib (2015) في البحث المُنفذ على كورمات نبات الفريزيا (*Freesia hybrida*) حيث سجلا أدنى النتائج معنوياً في معاملة البرلايت لكن لم تُلحظ فروق معنوية في العديد من مقاييس النمو الخضري من حيث عدد الأوراق وطولها في خليط البتموس والبرلايت والبتموس وحده إذ انحسر الاختلاف لديهم بزيادة الكلورفيل الكلي في البتموس أكثر من الخليط مع البرلايت وهذا ما يوازي البحث هنا الذي لم تظهر في نتائجه فروقاً معنوية بين خليط البتموس والبرلايت ووسط البتموس وحده، بينما كانت أخفض نتائج النمو الخضري في معاملة البرلايت، يعود التفوق الملحوظ في البتموس أو خليطه مع البرلايت يعود للمسامية العالية للبتموس وبذلك فإنَه يسمح بنمو وانتشار المجموع الجذري مما يساهم في امتصاص كمية كبيرة من الماء والعناصر المغذية من المحلول المغذي الموجود في الوسط، ويمتلك البتموس القدرة على امتصاص الماء بثمانية أضعاف وزنه عند مرحلة التشبع (Hamalainen وSuden، 1988)، إنّ هذه الخواص التي يتميز بها البتموس تجعل امتصاص المواد المغذية من قبل الجذور أكبر وبالتالي النمو الخضري أكبر وهذا بدوره ينعكس على مواصفات الكورمات، أما ظهور أكبر عدد من النموات والكورمات في الوسط

المكون من البرلايت يرجع إلى الأثر الإيجابي للبرلايت في تحسين التهوية في الوسط مما ينعكس إيجاباً في تكوين مجموع جذري أكبر وامتصاص المغذيات ويعزز ظهور النموات (Ghazvini وزملاؤه، 2007). أما المزايا الإيجابية التي ظهرت في خليط البتموس والبرلايت والتي أدت لعدم ظهور فروق معنوية في مقاييس النمو الخضري والتي جعلت مواصفات الكورمات من حيث مجموع وزنها ومتوسط وزن الكورمة فيها تحل معنوياً بعد وسط البتموس وحده، فترجع إلى توفر المسامية الكافية والتهوية والقدرة على الاحتفاظ بالمياه التي يمكن أنَّ تعزز نمو المحاصيل والإنتاجية ضمن الزراعة بدون تربة في هذه الأوساط المختلطة حيث أنَّ إضافة البيرلايت للبتموس تعمل على تحسين الخواص الفيزيائية بشكل دون انحياز إلى جانب واحد مقارنة بالوسط الواحد إذ إنَه في وسط البرلايت تتم تعبئته المسام بأكمله بالهواء، بينما يتم ملء وسط البتموس بالماء (Shylla وزملاؤه، 2018)، كما وجد Markoska وزملاؤه (2018) أنَّ تكوين الطور السائل ومرحلة الغاز يتغيران بشكل كبير عندما يتم خلط البيرلايت مع البتموس، حيث تزداد نسبة الرطوبة بشكل كبير في أوساط البتموس بينما تنخفض في أوساط البرلايت وتكون متوسطة في أوساط الخليط وهذا ما جعل الوسط المختلط يتميز بخصائص نمو وإزهار ممتازة، بحيث يكون الوسط المخلوط فعالاً في تحسين الخواص الفيزيائية، أما ذلك الانخفاض في مواصفات الكورمات من حيث وزنها ومجموع وزن الكورمات الناتجة في وسط المكون من البرلايت يرجع إلى أنَّ البرلايت لايحتوي على أي مغذيات ومن ناحية أخرى، يعد البيرلايت وسط خامل إلى حد ما، يمتاز بانخفاض قدرته على التخزين المؤقت وتبادل الكاتيون، بشكل عام، لديه بنية خلوية مغلقة، حيث يحتفظ بمعظم الماء سطحياً وليتم إطلاقه ببطء وسهولة عند توتر سطحي منخفض نسبياً، وهذا مايساعد على توفير تصريف ممتاز للوسط وتهوية جيدة في الوسط لذلك فإنَه يتطلب الري المتكرر لمنع الإجهاد المائي السريع التطور (Maloupa وزملاؤه، 1992)، هذه الخواص في مرحلة تكون الكورمات حدت من توفر المواد المغذية اللازمة

وبشكل بكميات كبيرة في هذه المرحلة بالمقارنة مع مرحلة الإزهار مما جعل الإنتاج الكورمي على الرغم من زيادة عدده ولكنه ذو نوعية منخفضة.





الصورة (16)؛ الإزهار ضمن أوساط البرلايت والبتموس والخليط

أما عدم ظهور فرق معنوي في مرحلة الإزهار بين أوساط النمو الثلاث يتوافق مع Maggio وزملاؤه (2006) الذي أكد على عدم وجود فروق معنوية في عدد الأزهار وفي الغلة الجافة من المياسم في وحدة المساحة بين البرلايت والفيرميكوليت، ولكنه لاحظ زيادة معنوية في عدد الأزهار والغلة الجافة في البرلايت مقارنة مع الخليط البتموس والبرلايت وضمن التجربة المنفذة في البحث ظهرت زيادة في عدد الأزهار في البرلايت ولكنها لم تكن معنوية، كذلك لم يسجل Mollafilabi وزملاؤه (2013) لدى استخدام كورمات ذات وزن 8–10غ فروق معنوية في الغلة الجافة بين البتموس والصوف الصخري على الرغم من أنَّ عدد الأزهار في الصوف الصخري، وقد

يرجع عدم ظهور فرق معنوي في مرحلة الإزهار وكذلك الغلة بين أوساط النمو الثلاث إلى أنَّ الإزهار يعتمد بشكل كبير على المدخرات الغذائية الموجودة في الكورمة المزروعة أكثر من اعتماده على المغذيات الموجودة في الوسط المحيط حيث أنَّ الجذور في هذه المرحلة تكون ضعيفة (wu وزملاؤه، 2012) فالكورمة في هذه المرحلة تحتاج فقط لوسط جيد محرض على الإنبات ونمو البراعم وظهور الأزهار، إذ أنَّ عملية الأزهار تتم بمرحلة مبكرة من زراعة النبات وتحديد نوع البرعم سواء كان زهرياً أو خضرياً يتم في الموسم السابق وتبعاً لكمية المادة المغذية الموجودة في البرعم (Molina وزملاؤه، 2005) لذلك وبما أنَّ الكورمات ذات أوزان متساوية بالتالي لم تظهر فروق معنوية في عدد الأزهار بين الأوساط المختلفة.

3-3-3- تأثير تقنيات الزراعة المختلفة في نمو وإنتاج نبات الزعفران:

3-3-3-1 تأثير تقنيات الزراعة المختلفة في بعض مؤشرات النمو الخضري والجذري للزعفران:

تشير نتائج التحليل الإحصائي في (الجدول 28) إلى ارتفاع نسبة الكورمات النامية في كافة تقنيات الزراعة حيث بلغت 100% ودون فروق معنوية بينها في الموسمين، ويرجع ذلك لأنَ الكورمات المستخدمة في الزراعة هي كورمات سليمة منتقاة بدقة وعناية وخالية من العيوب ذات وزن جيد يفوق 8غ، وبالتالي كانت نسبة الكورمات النامية عالية ضمن التقنيات الثلاثة، فاختيار الكورمات السليمة ذات القياسات المناسبة هي عامل حاسم في ظهور النموات من الكورمات واستمرار نمو النبات وإنتاجه كما أنَّ توفر الظروف البيئية المناسبة من حيث الحرارة، الرطوبة، الضوء ونوعية الوسط له تأثير كبير في نمو النبات (Le Nard وDe Hertogh، 1993؛ Mzabri وزملاؤه، 2017).

الجدول (28)؛ تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس النمو الخضري والجذري للزعفران خلال الموسم 2019/2018 والموسم 2020/2019.

المواسم	نوع التقنية الزراعية	نسبة الكورمات النامية (%)	عدد الجذور جذر. كورمة$^{-1}$	طول الجذور سم	عدد النموات نمو . كورمة$^{-1}$	عدد الأوراق ورقة. نبات$^{-1}$	طول الأوراق (سم)
الموسم الأول	التربة	100	32.79b	8.37b	5.32a	30.13a	34.17b
	خليط البتموس والبرلايت	100	36.81a	11.67a	3.81b	24.40b	39.67a
	التدفق العميق	100	24.52c	2.30c	3.34c	25.33b	32.41b
الموسم الثاني	التربة	100	31.57b	9.5b	5.82a	32.64 a	35.20c
	خليط البتموس والبرلايت	100	34.42a	11.37a	3.76b	24. 35b	38.53a
	التدفق العميق	100	25.42c	2.7c	3.00c	25.41b	33.67b
LSD (%5)	الموسم الأول	NS	2.55	1.62	0.25	1.43	2.36
	الموسم الثاني	NS	2.03	1.76	0.29	1.97	2.57

*يشير NS لعدم وجود فروق معنوية بين التقنيات المختلفة.

**تشير اختلاف الأحرف الصغيرة في الموسم الواحد لوجود اختلافات معنوية بين التقنيات الزراعية المختلفة.

وتشير النتائج في (الجدول 28) لارتفاع عدد الجذور وطولها في الكورمات المزروعة في خليط البتموس والبرلايت في الموسم الأول (36.81 جذر.كورمة$^{-1}$، 11.67سم) والموسم الثاني (34.42 جذر.كورمة$^{-1}$، 11.37سم)، بينما كان نمو الجذور وطولها في التربة أقل معنوياً حيث بلغت 32.79 جذر.نبات$^{-1}$ و8.37سم في الموسم الأول، كما بلغت 31.57 جذر.كورمة$^{-1}$، 9.5سم على التوالي في الموسم الثاني، في حين ظهر معنوياً أقل متوسط لعدد الجذور وأقل طول في الزراعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق في الموسم الأول (24.52 جذر.كورمة$^{-1}$، 2.3سم على التوالي) وفي الموسم الثاني (25.42 جذر.كورمة$^{-1}$، 2.7 سم على التوالي).

يتوافق هذا الانخفاض الكبير في عدد وطول جذور الزعفران في الموسم الأول والموسم الثاني مع نتائج Souret وWeather (2000) واللذان بلغ متوسط طول الجذور لديهما 2سم وكان عددها حوالي 19 جذر.كورمة$^{-1}$، ضمن نظام الزراعة المائية باستخدام تقنية الغشاء المغذي كما ووجدا تغيرات مورفولوجية غير عادية لجذوره ضمن الزعفران المزروع في النظام المائي (NFT)

وربطا تلك التغيرات بالمقاومة الميكانيكية الناتجة عن الأنابيب البلاستيكية، والتي أعاقت ميكانيكياً نمو الجذور فبدت أقصر وأسمك من الجذور المزروعة في التربة، وقد عزيا انخفاض طول الجذر في الزعفران إلى كمية الضوء التي يمكن أنَّ تصل الكورمات، حيث أنَّ للضوء تأثير مثبط لنمو الجذور، إذ إنَه بالظروف الطبيعية في التربة يتم الاحتفاظ بكورمات الزعفران في محيط أكثر قتامة، ويعتقد أنَّ نقص الأكسجة يؤدي مباشرة إلى قمع نمو الجذور، وبالتالي يؤدي لانخفاض طول الجذر مما يقلل من امتصاص الماء والمغذيات من السائل المغذي المتداول وهذا ما يفسر انخفاض مؤشرات النمو الخضري من حيث عدد الأوراق وطولها.

تبين النتائج في (الجدول 28) زيادة عدد النموات المتكونة في الكورمة في تقنية الزراعة في التربة في الموسم الأول (5.32 نمو.نبات$^{-1}$) والموسم الثاني (5.82 نمو.نبات$^{-1}$) وقد تلاها معنوياً متوسط عدد النموات في خليط البتموس والبرلايت (3.81، 3.76 نمو.نبات$^{-1}$) في الموسمين الأول والثاني على التوالي، في حين أنَّ أقل متوسط لعدد النموات كان في الموسم الأول(3.34 نمو.نبات$^{-1}$) والموسم الثاني (3 نمو.نبات$^{-1}$) في تقنية التدفق العميق.

تظهر النتائج تفوق عدد الأوراق معنوياً في الزراعة في التربة في الموسم الأول (30.13 ورقة. كورمة$^{-1}$) والموسم الثاني (32.46 ورقة. نبات$^{-1}$)، بينما لم تكن هناك فروق معنوية في عدد الأوراق في الزراعة بدون تربة ضمن الزراعة في تقنيتي خليط البتموس والبرلايت والزراعة في تقنية التدفق العميق في الموسم الأول (24.40، 25.33 ورقة.كورمة$^{-1}$ على التوالي) وكذلك في الموسم الثاني (24.35، 24.41 ورقة.نبات$^{-1}$). كما تم تسجيل أعلى طول للأوراق في الزراعة بدون تربة في خليط البتموس والبرلايت في الموسم الأول والثاني (39.67، 38.53سم) على التوالي، بينما لم تكن هناك فروق معنوية في متوسط طول الأوراق بين الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة في تقنية التدفق العميق في الموسمين الأول والثاني (الجدول 28)، وكما يتضح فإنّ النتائج أظهرت تفوقاً كبيراً في متوسط عدد النموات وعدد الأوراق لنبات الزعفران في التربة مقارنة مع

الزراعة بدون تربة التي تستخدم تقنية التدفق العميق أو تقنية الزراعة في خليط البتموس والبرلايت، وهذا يتعارض مع Souret وWeathers (2000) اللذين وجدا أنه لا توجد فروق معنوية في عدد النموات والأوراق بين التربة وأنظمة الزراعة بدون تربة، وقد ترجع تلك الزيادة في عدد النموات وعدد الأوراق لزيادة عمق الزراعة في التربة في حين أنَّ طبقة خليط البتموس والبرلايت التي تكون فوق كورمة الزعفران في نظام الزراعة بدون تربة في الأوساط ضحلة السماكة كما أنَّ سماكة طبقة البتموس الموضوعة في الزراعة في تقنية التدفق العميق ضئيلة جداً لا تتعدى حدود تغطية الكورمة (2سم) مما يجعل الزراعة مشابهة للزراعة في أعماق سطحية. حيث أثبت أنَّ معدل ظهور النموات في نبات الزعفران له علاقة طردية بعمق الزراعة (Galavi زملاؤه، 2008) والواضح أنَّ عمق الزراعة الضحل في نظام الزراعة بدون التربة مقارنة بعمق زراعة التربة، يتسبب في ظهور البراعم في وقت أبكر ولكن عدد الأوراق والنموات يكون أقل، وقد تعزى تلك الزيادة في عدد النموات وعدد الأوراق في الزراعة في التربة مقارنة مع الزراعة دون تربة ضمن التقنيتين المدروستين إلى توافر المواد العضوية في التربة مما يساهم في دعم نمو النبات وإنتاج الكتلة الحيوية فتوافر المواد العضوية من أهم العوامل في زيادة النمو الخضري وهذا يتفق مع Turhan وزملاؤه (2007) الذين درسوا تأثير وسط الزراعة في نمو نبات الزعفران، إذ تم الحصول على أعلى عدد من النموات والأوراق في الوسط الذي يحتوي على طبقة مضاعفة من الروث البقري المتحلل مع التربة، حيث أسهم توافر السماد العضوي في توفير الوسط الملائم لنمو الكورمات وإعطاء أكبر عدد من النموات والأوراق، بالإضافة إلى المغذيات المتاحة التي سيسهم السماد العضوي في توفيرها فإنَ هذا السماد يعمل على تحسين بناء التربة، ونسيجها، درجة حرارتها، كمية النتروجين المتوفرة بالإضافة للكائنات الحية الدقيقة التي يمدنا بها السماد العضوي ويوفرها في ظروف التجربة، فهذا الوسط يلعب الدور الأهم في نمو الكورمات المزروعة (Wuebker وزملاؤه، 2001). إنَ تلك الزيادة في طول الأوراق لدى نباتات الزعفران المزروعة في خليط البتموس والبرلايت ضمن

الزراعة بدون تربة تتطابق مع Bhandari وزملاؤه (2017) والذين وجدوا أنَّ هناك زيادة كبيرة في طول نباتات الليليوم (Lilium longiflorum L) لدى الأبصال المزروعة على ألياف جوز الهند مقارنة مع الأوساط الأخرى التي تم فيها خلط الرمل وألياف جوز الهند والتربة ضمن نسب مختلفة ولكن لوحظ أنَه في كافة الأوساط كان طول النبات أعلى من ذلك المزروع في التربة وحدها، كما ذكر Tribulato وNoto (2001) أنَّ هناك زيادة كبيرة في طول الساق الزهرية في نبات الليليوم ضمن الصنفين lilies Oriental وLilies Asiatic عند استخدام خليط البتموس والبرلايت مقارنة مع التربة وحدها. وقد ترجع تلك الزيادة في طول النباتات المزروعة في خليط البتموس والبرلايت مقارنة بالتربة للخواص الفيزيائية والكيميائية لخليط البتموس والبرلايت حيث أنَّ هناك انخفاض في الكثافة الظاهرية وزيادة في المسامية في هذه الأوساط بالإضافة إلى قدرتها العالية على الاحتفاظ بالماء وإطلاق المواد المغذية بشكل تدريجي وبطيء، ممايجعل النقل داخل الأنسجة الوعائية أفضل وبالتالي امتصاص عالي للمواد المغذية ونقل أفضل ممايزيد طول النبات.

3-3-3-2- تأثير تقنيات الزراعة المختلفة في بعض مؤشرات الإنتاج الزهري:

تبين النتائج في (الجدول 29) عدم وجود فروق معنوية في متوسط عدد الأزهار بين تقنية الزراعة في التربة (2.36 زهرة.كورمة$^{-1}$) وتقنية االزراعة في خليط البتموس والبرلايت (2.27 زهرة.كورمة$^{-1}$) في الموسم الأول وبشكل مماثل في الموسم الثاني لم تسجل فروق معنوية بين تقنية الزراعة في التربة (2.38 زهرة.كورمة$^{-1}$) وتقنية الزراعة في خليط البتموس والبرلايت (2.32 زهرة.كورمة$^{-1}$)، بينما ظهر انخفاض شديد في متوسط عدد الأزهار في في تقنية التدفق العميق في الموسم الأول (1.25 زهرة.كورمة$^{-1}$) وفي الموسم الثاني (1.34 زهرة.كورمة$^{-1}$)، ولم يلحظ فرق معنوي في متوسط طول الميسم ووزنه الرطب بين التقنيات الثلاث في كل من الموسمين، ويلحظ من (الجدول 29) انخفاض حاد ومعنوي في متوسط إنتاج المياسم في تقنية التدفق العميق إذ بلغت 0.17غ. 20 نبات$^{-1}$ في الموسم الأول بينما بلغت 0.19غ. 20 نبات$^{-1}$ في الموسم الثاني، بينما لم

يظهر فرق معنوي في متوسط الإنتاج بين تقنية الزراعة بدون تربة في خليط البتموس والبرلايت والزراعة في التربة والتي بلغ فيها الإنتاج 0.33، 0.30غ.م$^{-2}$ على الترتيب في الموسم الأول، بينما بلغت في الموسم الثاني 0.32، 0.29غ. 20 نبات$^{-1}$.

إنّ عدم وجود فروق معنوية في متوسط عدد الأزهار ومن ثم الإنتاج من المياسم كغلة جافة في وحدة المساحة بين هاتين التقنيتين، يرجع إلى أنَّ الكورمة الأم تعتبر هي المصدر الأساسي للكربوهيدرات والطاقة اللازمة لمرحلتي ظهور النموات والإزهار واللتين تعتمدان بشكل كبير على المدخرات الغذائية الموجودة في الكورمة المزروعة والناتجة من المختزنات الناتجة من عمليات التمثيل الضوئي في الموسم السابق أكثر من اعتماده على المغذيات الموجودة في الوسط المحيط حيث أنَّ الجذور في هذه المرحلة تكون ضعيفة (Wu وزملاؤه، 2012)، فالكورمة في هذه المرحلة تحتاج فقط لوسط جيد محرض على الإنبات ونمو البراعم وظهور الأزهار، ولربما توافق وجود هذه البيئة وبشكل متوازي في كل من التربة وفي الزراعة بدون تربة في خليط البتموس والبرلايت، أما الانخفاض الملموس في عدد الأزهار ضمن في الزراعة بدون تربة في التدفق العميق المغذي مقارنة مع تقنية أوساط النمو المكونة من خليط البتموس والبرلايت وبالمقارنة مع الزراعة في التربة تتوافق مع Souret وWeather (2000) اللذان لم يعرفا السبب الحقيقي للانخفاض ولكنهما يقترحان حصول تغيرات كبيرة في البيئة المحيطة بالكورمات تغيرات فيزيائية وكيميائية مقارنة مع التربة والأوساط الأخرى كالبتموس والبرلايت ولربما لم تكن موائمة لتحريض الكورمات على الإزهار، إنّ ارتفاع معدل الإزهار في الزراعة في وسط مؤلف من البتموس والبرلايت مقارنة بالزراعة في التدفق العميق، على الرغم من أنهما تقنيتان لنظام واحد هو الزراعة بدون تربة قد ترجع إلى أنَّ الخواص الفيزيائية للوسط المؤلف من البتموس والبرلايت أكثر موائمة لنمو الكورمات من حيث التهوية والقدرة على الاحتفاظ بالماء والمغذيات واطلاقها بالوقت المناسب والتي شجعت بدورها ظهور النموات والأزهار (Wahome وزملاؤه، 2010).

الجدول (29)؛ تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس الإنتاج الزهري

المواسم	التقنية	عدد الأزهار (زهرة.كورمة$^{-1}$)	طول المياسم (سم)	الوزن الرطب للميسم الواحد (ملغ)	وزن المياسم الجاف (غ.20نبات$^{-1}$)
الموسم الأول	التربة	2.36a	3.28	22.83	0.33a
	البتموس والبرلايت	2.27a	3.21	22.11	0.30a
	التدفق العميق	1.25b	3.12	21.18	0.17b
الموسم الثاني	التربة	2.38a	3.35	23.33	0.32a
	البتموس والبرلايت	2.32a	3.34	21.67	0.29a
	التدفق العميق	1.34b	3.30	19.67	0.19b
LSD(5%)	الموسم الأول	0.23	NS	NS	0.05
	الموسم الثاني	0.18	NS	NS	0.04

*تدل الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ضمن كل قراءة على حدا ضمن كل موسم على حدى.

وهكذا نجد أنَّ نتائج التجربة توافقت مع نتائج Souret وWeathers (2000) وMollafilabi وزملاؤه (2013) الذين خلصوا في تجارب الزراعة بدون تربة التي أجريت في فرنسا وإيران على التوالي، إلى أنَّ الزراعة بدون تربة قللت بشكل كبير من محصول التوابل مقارنة بزراعة الحقول المفتوحة، ولكن مع كثافة كورمات مماثلة لعمل هنا، وضمن تجارب زراعة بدون تربة حصل كل من Cavusoglu وErkel (2005) وMaggio وزملاؤه (2006) على عوائد أعلى بكثير من الزراعة الحقلية (0.48 و1.28غ.م$^{-2}$ على التوالي) حيث أجريت الدراسات في بيوت زجاجية تقع في تركيا وجنوب إيطاليا، ولكن عدم ظهور هذا التفوق المذكور في الزراعة بدون تربة في تقنية الزراعة في أوساط Substrates (خليط البتموس والبرلايت) مقارنة مع التربة كما هو الحال في الأبحاث المذكورة سابقاً إلى أنَّ التجربة تمت ضمن ظروف جوية غير متحكم بها فقد تمت تغيطة المساحة المخصصة للزراعة بدون تربة بغطاء بلاستيكي لحمايتها من ماء الأمطار في حين تمت الدراسات السابقة باستخدام بيوت زجاجية متحكم بها فالخلاف الوحيد في تجربة هذا البحث هي تقنية الزراعة وليس البيئة والظروف المحيطة بالنبات، حيث أكدت دراسات Molina وزملاءه (2005) أنَّ درجات الحرارة المتحكم بها داخل البيت الزجاجي قد تكون هي المسؤولة عن فروق الإنتاج من حيث الحث على ظهور الأزهار ومدة الإزهار أيضاً وليس التقنية الزراعية المزروع

ضمنها النبات، كما أكدت دراسات Benshop وزملاؤه (1993) أنَّ الحرارة هي العامل البيئي الأهم في التحكم في النمو والإزهار من خلال تأثيرها في نشاط الإنزيمات والتي تتحكم بالاستقلاب داخل النبات. كما لم يظهر فرق معنوي في متوسط الوزن الرطب للمياسم وطولها بين تقنيات الزراعة الثلاث السابقة وهذا بدوره يتوافق أيضاً مع Souret و Weather (2000) واللذان لم يلحظا فروق معنوية في الطول والوزن الرطب والجاف للميسم الواحد الناتج من الزراعة في نظام الزراعة الهوائية والمائية مقارنة مع الزراعة في التربة.

3-3-3-3- تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس الإنتاج الكورمي:

تشير النتائج في (الجدول 30) لانخفاض معدل الإكثار في تقنية التدفق العميق في الموسم الأول والثاني (2.67، 2.53 كورمة.نبات$^{-1}$) وقد تلاها وبزيادة معنوية معدل الإكثار في تقنية الزراعة في خليط البتموس والبرلايت في الموسم الأول (3.5 كورمة.نبات$^{-1}$) والموسم الثاني (3.87 كورمة.نبات$^{-1}$)، بينما ظهر أعلى معدل للتكاثر في الزراعة في التربة والتي بلغت في الموسم الأول والثاني 5.65، 6.17 كورمة.نبات$^{-1}$ على التوالي، وحققت معاملة التربة أيضاً أعلى مجموع لوزن الكورمات الناتجة والتي وصلت في الموسم الأول إلى 43.72غ. نبات$^{-1}$ بينما وصلت في الموسم الثاني إلى 48.61غ.نبات$^{-1}$، وانخفض معنوياً في الزراعة بدون تربة في تقنية التدفق العميق مجموع وزن الكورمات في الموسم الأول (36.44غ. نبات$^{-1}$)، والموسم الثاني (40.76 غ. نبات$^{-1}$)، وظهر انخفاض حاد معنوي في مجموع وزن الكورمات في الزراعة بدون تربة في تقنية االتغذية غير المستمرة باستخدام البتموس والبرلايت في الموسم الأول والثاني (24.92، 27غ. نبات$^{-1}$) على التوالي، كما تبرز النتائج عدم وجود فروق معنوية في عدد الكورمات التجارية المنتجة (>8غ) من القطعة التجريبية والتي زرع فيها 20 نبات وذلك في تقنيتي الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة في تقنية التدفق العميق (50.83، 53.40كورمة.20نبات$^{-1}$)على التوالي في الموسم الأول، وكذلك في الموسم الثاني (51.83، 50.5 كورمة. 20 نبات$^{-1}$) على التوالي، ولكن لابد من ملاحظة أنَّ هناك

ارتفاع في النسبة المئوية للكورمات التجارية والتي وصلت إلى 100% في الكورمات المزروعة بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق في حين كانت نسبتها ضمن الزراعة في التربة هي 44.97، 42% في الموسم الأول والثاني على التوالي، وقد برز أقل عدد من الكورمات التجارية لدى نظام الزراعة بدون تربة في تقنية الأوساط وقد بلغ عددها 21كورمة.20 نبات$^{-1}$ ونسبتها 30% في الموسم الأول، بينما بلغ عددها في الموسم الثاني 26.32 كورمة.20 نبات$^{-1}$ وبلغت نسبتها 34%.

الجدول (30)؛ تأثير تقنيات الزراعة في بعض مقاييس الإنتاج الكورمي

المواسم	نوع التقنية الزراعية	معدل الإكثار (كورمة. نبات$^{-1}$)	مجموع وزن الكورمات (غ. نبات$^{-1}$)	عدد الكورمات التجارية في المتر المربع (كورمة.20 نبات$^{-1}$)	متوسط وزن الكورمة(غ)
الموسم الأول	التربة	5.65a	43.72a	50.82a (44.97%)	7.73b
	البتموس والبرلايت	3.50b	24. 92c	21 b(30%)	7.12b
	التدفق العميق	2.67c	36.44b	53.40 a(100%)	13.65a
الموسم الثاني	التربة	a6.17	48.61a	51.83 a(42%)	6.88b
	البتموس والبرلايت	3.87b	27.0c	(%34) 26.32 b	6.97b
	التدفق العميق	2.53c	40.76b	50.6 a(100%)	16.07a
LSD(5%)	الموسم الأول	0.46	2.63	5.42	0.73
	الموسم الثاني	0.38	3.15	2.14	0.41

*تدل الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية ضمن كل قراءة على حدا ضمن كل موسم على حدى.

ظهر أعلى متوسط لوزن الكورمات في تقنية التدفق العميق والتي بلغت 13.65، 16.07غ في الموسم الأول والثاني على التوالي، بينما تلاها معنوياً متوسط وزن الكورمة في التربة وخليط البتموس والبرلايت (7.73، 7.12غ) في الموسم الأول دون فروق معنوية بينها، وكذلك في الموسم الثاني (6.88، 6.97غ).

يتوافق ذلك الانخفاض الملموس في عدد الكورمات الناتجة (2.67، 2.53 كورمة.نبات$^{-1}$) ضمن تقنية التدفق العميق في الموسم الأول والثاني، ولكن في الوقت نفسه ارتفاع نوعية كافة الكورمات الناتجة حيث بلغ متوسط وزن الكورمة 13.65، 16.07غ في الموسم الأول والثاني على الترتيب وكذلك النسبة المئوية للكورمات الكبيرة والتي وصلت إلى 100% في الموسمين مع دراسة

Abou-Hadid وزملاؤه (1998) على نبات الثوم (Allium sativium) والذين وجدوا أنَّ هناك انخفاض في عدد الفصوص لرأس الثوم في تقنية الغشاء المغذي (NFT) مقارنة مع الزراعة في التربة، وكان الوزن الطازج والجاف لرؤوس الثوم وقطر الفصوص متفوقين في نظام الزراعة بدون تربة مقارنة بالنباتات المزروعة في التربة وقد عزوا ذلك لكفاءة استخدام المياه في تقنية NFT والتي كانت أفضل من التربة، كما ويوافق العدد الذي تم الحصول عليه من الكورمات ضمن تقنية الأوساط في خليط من البتموس والبرلايت في البحث هنا والذي يقدر بحدود 3.5 كورمة. نبات$^{-1}$ العدد الذي حصل عليه Maggio وزملاؤه (2006) في زراعة الزعفران بدون تربة في البيت الزجاجي المبرد في جنوب إيطاليا، باستخدام البتموس والبيرلايت (1:1) كأوساط، حيث تنتج من 3.0 إلى 4.5 كورمة الأم$^{-1}$، ولكن بلغ متوسط وزن الكورمة في تجربته 12غ، في حين أنَّ النسبة العظمى من الكورمات الناتجة لدينا (70، 66%) في الموسم الأول والثاني كانت صغيرة الحجم يقل وزنها عن 8غ إذ بلغت 7.12، 6.97غ في الموسم الأول والثاني على الرغم من أنَّ الأوساط المستخدمة مماثلة لتلك المستخدمة في البحث المذكور، إلا أنَّ Maggio وزملاؤه (2006) قاموا بتحضين الكورمات في الظلام لمدة 83 يوماً قبل الزراعة، بالإضافة للشروط المتحكم بها حيث تمت الزراعة ضمن البيت البلاستيكي وكلها قد تكون عوامل هامة في الحصول على كورمات ذات وزن أعلى، ولكن يعتقد وبشكل أساسي أنَّ السبب وراء انخفاض الوزن الكلي للكورمات الناتجة، وانخفاض متوسط وزنها وانخفاض عدد الكورمات التجارية يرجع غالباً إلى أنَّ كمية المواد الغذائية المتاحة في الوسط لم تكن كافية لتغطية الاحتياجات الغذائية للنباتات لإنتاج الكورمات حيث تزداد المتطلبات الغذائية لنبات الزعفران خلال مرحلة تكوين الكورمات (bulbing) مقارنة مع مرحلة الإزهار، حيث لم تبرز فروق معنوية في عدد الأزهار، كما سبق الإشارة إليه في (الجدول 30)، بينما تعتمد مقاييس الأبصال الناتجة التي تتكون على البصلة الأم في مرحلة تكون الأبصال بشكل أساسي على المغذيات الموجودة في وسط الزراعة بدون تربة، فالتغذية في هذه المرحلة تتكون من مزيج التغذية الواصلة

من حوض التغذية ومن نواتج التمثيل الضوئي في الأوراق (Asker، 2015)، وهذه الحقيقة مهمة في نبات الزعفران حيث تتشكل فيه كورمات جديدة على النبات الأم في شباط وآذار وهذه الكورمات لا تتكون عليها الجذور في تلك الفترة ومن أجل مواصلة الأنشطة الحيوية في آذار ونيسان فإنَها تستمد تغذيتها من المجموع الورقي للنبات الأم ونواتج عملية التمثيل الضوئي والمواد المغذية الممتصة من قبل جذور النبات الأم (Hosseini وزملاؤه، 2004).

ووفقاً لنتائج هذا البحث فإنَ معدل التكاثر في تقنية الزراعة في خليط البتموس والبرلايت هي أكبر من تقنية التدفق العميق، ولكن الوقت نفسه الوزن الكلي أقل مما جعل متوسط وزن الكورمة أقل ضمن تقنية الأوساط، بالرغم من أنَّ الزراعة في تقنية التدفق العميق والزراعة في مزيج البتموس والبرلايت كلاهما تقنيات للزراعة بدون تربة وقد تم استخدام محلول واحد هو هوغلاند إلا أنَّ نتائج الإنتاج الكورمي للزعفران كانت مختلفة جداً في التقنيتين وهذا ما يتوافق مع نتائج مع Correa وزملاؤه (2008) في التجربة على البطاطا حيث كانت أعلى نوعية لدرنات البطاطا في نظام الغشاء المغذي (NFT) مقارنة بالزراعة في خليط البتموس والبرلايت والزراعة في التربة، ويرجع ذلك على الأرجح إلى الإمداد غير المنقطع للمحلول المغذي وإمدادات المياه. بينما لم تكن تغذية النبات ثابتة طوال دورة النمو في أنظمة التربة والأصص المملوءة بخليط البتموس والبرلايت، على الرغم من أنَّ المحلول المغذي المستخدم هوغلاند HOGLAND يحتوي على المواد المغذية المطلوبة، إلا أنَّ متطلبات الغذائية التي يتطلبها الزعفران خلال دورة النمو يمكن أنَّ تتجاوز مستويات المواد المغذية المتاحة، وخاصة أثناء مرحلة تكون ونمو الكورمات في تقنية الزراعة بدون تربة باستخدام خليط البتموس والبرلايت، مما أدى إلى انخفاض نمو الكورمات، على الرغم من أنَّ متطلبات الزعفران من المياه قليلة نسبياً، إلا أنَّ كل من تقنية الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة في أصص تتطلب رياً متكرراً للحفاظ على الوسط عند مستويات مناسبة من الرطوبة وهذه كلها عوامل ساهمت باختلاف مقاييس الكورمات في التقنيات المختلفة.



الصورة (17)؛ التقنيات الثلاثة للزراعة متجاورة الزراعة الحقلية–الزراعة في تقنية التدفق العميق – الزراعة في الأصص

3-4- تجربة الزراعة النسيجية:

3-4-1- مرحلة الزراعة الأولية:

3-4-1-1- تأثير عملية التعقيم السطحي للأجزاء النباتية:

يبين (الجدول 31) أنَّ لتراكيز هيبوكلوريد الصوديوم تأثيرات معنوية هامة في إنقاص من نسب التلوث، فقد ظهرت أقل نسبة من العينات الملوثة (24%) عند استخدام هيبوكلوريد الصوديوم بتركيز 3%، وقد تلاها معنوياً نسبة التلوث في كل من معاملتي هيبوكلوريد الصوديوم 1.5%، 2% وقد بلغت نسبة التلوث في هاتين المعاملتين 51،54% على التوالي دون فروق معنوية بينها.

الجدول (31)؛ تأثير طريقة التعقيم في نسبة الخزعات الملوثة

طريقة التعقيم	تركيز هيبوكلوريد %	نسبة الخزعات الملوثة
1	هيبوكلوريد الصوديوم 1.5%	%54a
2	هيبوكلوريد الصوديوم 2%	%51a
3	هيبوكلوريد الصوديوم 3%	%24b
LSD (1%)	5.09	

*يدل اختلاف الأحرف على اختلاف نسب التلوث.

يعد هيبوكلوريد الصوديوم المادة الأكثر فعالية في تعقيم الزعفران وهذا ما يتوافق مع Cavsoglu وزملاؤه (2013)، ويعتبر الحصول على نسبة من العينات الملوثة أقل من 30% عند استخدام هيبوكلوريد الصوديوم بتركيز3% والتي وصلت إلى 24% نسبة جيدة في الزعفران (Loskutov وزملاوه، 1999؛ Ebrahimzadeh، 2000؛ Chen وزملاؤه، 2004؛ Rajabpoor وزملاؤه، 2007)، إذ يشتبه بوجود كائنات حية دقيقة سائدة تحدث كمادة ذاتية مقاومة للمطهرات تحت أي ظرف من الظروف التعقيم (Majourhat وزملاؤه، 2007)، حيث أنَه من الصعب التخلص من التلوث في الخزعات المأخوذة من الكورمات والأبصال (Piqueras وFernandez، 2004؛ Hussey، 1975) عموماً يكون التلوث في الكورمات كبيراً، إذ وجد أنَّ العزلات المأخوذة من الكورمات تتلوث بشكل كبير ومتكرر (Ichihashi وKato، 1986)، فالمشكلة الأساسية في الزعفران أنَه في معظم الأوقات يظهر أنَّ التعقيم قد تحقق، ولكن الملوثات الداخلية الكامنة في الخزعات النامية تعود للظهور بعد 3 إلى 5 أسابيع من التجربة، وهذا يتماشى مع نتائج Plessner وزملاؤه (1990) وOzel وزملاؤه (2006) وKaraoglu وزملاؤه (2007)، حيث يصعب التأسيس لزراعات خالية من التلوث تماماً باستخدام الكورمات (Islam وزملاؤه، 2004). يمثل استخدام كورمات الزعفران كمصدر مباشر للمواد النباتية لإنتاج نباتات "نظيفة" خالية من التلوث في المختبر تحدياً كبيراً حيث وصل مستوى التلوث إلى مستوى 95% لدى زراعة الخزعات دون استخدام هيبوكلوريد الصوديوم (Yasmin وزملاوه، 2013). وقد أظهر Mitchell (2003) نتائج مماثلة للتلوث وصلت حتى (100%) من المحاصيل المزروعة ذات المظلة الورقية القريبة من الأرض

ضمن الزراعات النسيجية. فالمنهجية المتبعة من قبل Yasmin وزملاؤه (2013) من حيث استخدام مبيض هيبوكلوريد التجاري بنسبة 50% لمدة 10 دقائق وخفض كلوريد الزئبق بنسبة 1.6% لمدة 5 دقائق يضمن تحقيق نسبة 94% من المزارع النظيفة القابلة للنمو.

3-4-1-2- تأثير نوع المادة المستخدمة في الحد من الاسمرار واستجابة النمو:

أدى استخدام مواد مختلفة بهدف الحد من الاسمرار إلى اختلاف معنوي في نسبة الخزعات المسمرة وفي نسبة الاستجابة للنمو وسرعة تكون النموات، حيث ظهرت أكبر نسبة من الاسمرار بعد 30 يوم من الزراعة الأولية لدى العينات التي زرعت على وسط الزراعة الأولية والذي لم تضاف له مواد تحد من الاسمرار إذ بلغت 91%، تلاها معنوياً عدد العينات في معاملة الأسكوربيك أسيد والتي بلغت 31.33% في حين أنَّ أقل نسبة للاسمرار كانت لدى استخدام الفحم النشط والذي انحدرت فيه نسب الاسمرار إلى 15% (الجدول 32)، كما كان للمواد المضادة للأكسدة أثر معنوي في نسبة الاستجابة للنمو والمدة اللازمة لظهور هذه النموات حيث ظهرت أقل نسبة للاستجابة في معاملة الشاهد دون إضافة مواد مضادة للأكسدة وقدرت 9%، بينما لم تُلحظ فروق معنوية في الاستجابة بين معاملتي الأسكوربيك أسيد والفحم النشط والتي بلغت 42.33،45% على التوالي، ولكن بالرغم من القدرة العالية للفحم النشط على الحد من الاسمرار إلا أنَّ الخزعات استغرقت عدد أيام أكبر لتشكل النموات (Shoot) وصلت إلى 41.11 يوم، في حين أنَّ الاستجابة لدى الأوساط الحاوية على الأسكوربيك أسيد ظهرت بعد 28 يوم علماً أنه تم الإدخال خلال شهري 9-10 وهما الأكثر استجابة، وبالرغم من ظهور استجابة أولية بعد 25 يوم في وسط الزراعة الأولية دون المواد التي تحد الاسمرار لكن بعد مرور 30 يوم اسمرت كافة الخزعات ولم تستمر بالنمو.

الجدول (32)؛ تأثير المواد المضادة للاسمرار في نمو الخزعات في الطور الأولية

نوع المادة	الاسمرار%	الاستجابة لتكوين النموات %	المدة اللازمة لظهور النموات (يوم)
وسط الزراعة الأولية (الشاهد)	91A	9B	28B
وسط الزراعة الأولية +فحم نشط	15C	42.33A	41.11A
وسط الزراعة الأولية +أسكوربيك أسيد	31.33B	45A	25B
LSD (1%)	**6.88**	**7.99**	**7.24**

* يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلي اختلافات معنوية في القراءة الواحدة.

**تم تقدير نسبة الاسمراربعد 30 يوم من الزراعة الأولية، تم تقدير الا ستجابة والزمن اللازم لها بعد 90يوم.

تبين النتائج في (الجدول 32) أنَّ أعلى نسبة من الاسمرار كانت في معاملة الشاهد حيث وصلت 91%، ومن ثم تلاها معنوياً معاملة الأسكوربيك أسيد (31.33%) في حين أنَّ أقل نسبة مئوية للاسمرار معنوياً كانت باستخدام الفحم النشط (15%)، إذ أدى إضافة الفحم النشط إلى الوسط المغذي إلى انخفاض ملحوظ في الاسمرار وبدء تحريض وتشجيع النمو بدرجة معينة، وتعود التأثيرات الفعالة للفحم النشط إلى عدة عوامل وهي: ادمصاص المركبات الفينولية المثبطة للنمو، ادمصاص هرمونات النمو النباتية والمركبات العضوية الأخرى، في وسط الزراعة (المعري،1995)، وقد تم الحصول على أفضل نتيجة باستخدام وسط مغذي يحوي الفحم النشط بتركيز 3غ.ل$^{-1}$، الذي أدى بشكل واضح إلى خفض نسبة الاسمرار ولكن حدث تأخر في الفترة اللازمة لظهور النموات والتي احتاجت (41.11 يوم)، أما لدى استخدام الأسكوربيك أسيد فكانت نسبة الاسمرار أعلى 31.33% ولكن سرعة الاستجابة وتكون النموات وإستطالتها أكبر (28 يوم)، حيث تعمل السيترات في حمض الستريك كعامل مُخلب لديه القدرة على التدخل في عمل أنزيمات البيروكسيداز المرتبطة مع الأيونات المسؤولة عن تنشيط أنزيمات الأكسدة البوليفينولية. فالأسكوربات قادرة على وقف عمل جذور الأكسجين التي تنتج عند الأنسجة التالفة وبالتالي تصبح الخلايا محمية من الأكسدة. يمكن إزالة سمية جذور الأكسجين التي ينسب إليها تفاقم الإصابة بالأكسدة، بمضادات الأكسدة التي تحتوي على سترات وأسكوربات، مما يقلل من اسمرارالأنسجة (Titov وزملاؤه، 2006).



الصورة (18)؛ الاسمرار في مرحلة الزراعة الأولية

3-4-1-3- تأثير نوع الخزعة في نسبة الاستجابة للنمو:

تم اختبار أجزاء نباتية مختلفة وتحديد استجابتها للنمو، حيث زرعت العينات المختلفة في وسط مغذي خاص بالزراعة الأولية (MS+2ملغ.ل$^{-1}$ من BAP+0.1ملغ.ل$^{-1}$ من IBA) كما هو موضح في (الجدول 7). يبين (الجدول 33) تفوق الخزعات المكونة من برعم قمي وبرعم جانبي معنوياً على كافة العزلات الأخرى حيث وصلت النسبة المئوية للعينات النامية 41.32%، وقد تلاها معنوياً البراعم القمية (23.57%) ليتلوها معنوياً العزلات المكونة من برعم جانبي (11.12%)، ولم يلاحظ أي نمو لدى استخدام كورمات كاملة.

الجدول (33)؛ اختلاف الاستجابة للنمو باختلاف الخزع النباتية المزروعة لنبات الزعفران

تأثير الجزء النباتي المزروع	نسبة النمو
براعم قمية	23.57b
براعم جانبية	11.12c
براعم قمية وجانبية	41.32a
كورمات كاملة	d0
LSD(1%)	4.7

أخذت النتائج بعد 30 يوم من الزراعة، والنتائج المعروضة هي متوسط 4 تجارب أجريت في أربعة أشهر مختلفة هي تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني، الأحرف المختلفة في العمود تشير إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات.

يؤثر نوع العزلة النباتية في استجابتها للنمو، بحيث لا تستجيب جميع الأعضاء النباتية المزروعة بنفس الدرجة (Hartamann وزملاؤه، 1997). تبين أنَّ الخزعات الحاوية على برعم قمي وجانبي أعطت أعلى نسبة مئوية للاستجابة، وهذا ما يتوافق مع Karaoglu وزملاؤه (2007) عندما استخدموا أربع أنواع من العزلات: الكورمات الصغيرة والأوراق والمياسم والبراعم ولم يحصل على نموات سوى من الخزعات الحاوية على البراعم في حين لم يحصل على أي تطور من الخزعات الأخرى ولم يلحظ أي استجابة عند استخدام الكورمات الكاملة، ويتوافق مع Sharma وزملاؤه (2008) الذين استخدموا نوعين من العزلات هما البراعم القمية والكورمات الصغيرة حيث حصلوا على استجابة للنمو والوصول لكورمات كاملة من البراعم القمية بينما لم تُظهر الكورمات الصغيرة أي استجابة، لكن لا تتماشى نتائجنا مع نتائج Ilahi وزملاؤه (1987) والذي لاحظ أنَّ بعض الكورمات تنبت وتنتج نموات على أوساط لها التركيب المعدني لبيئة Gamborg والتركيب العضوي لبيئة موراشيج وسكوج مع إضافة 2,4-D والكينيتين، كما يتناقض عدم ظهور نموات من الكورمات مع Aftab وزملائه (2008) الذين قاموا باستخدام ثلاث عزلات من نبات الغلاديول هي الكورمات الصغيرة والميرستيمات والأوراق حيث أعطت الكورمات الصغيرة أفضل استجابة للنمو (90%)، بالمقارنة مع العزلات الأخرى. يعد استخدام الكورمات كمصدر لأخذ الخزعات منها في

الزراعة النسيجية للزعفران مصدراً هاماً للزراعات النسيجية نظراً لوجود العقد المريستيمية فيها (Cavusoglu وزملاؤه، 2013)، لذلك استمرت التجربة بالاعتماد على الخزعات الحاوية على برعم قمي وجانبي والتي حققت أعلى الاستجابات، تعود أسباب الاختلاف في الاستجابة باختلاف العزلات النباتية إلى التغيرات الحاصلة في الحالة الفسيولوجية (Sreelatha وزملاؤه، 1998)، كما يعود إلى حقيقة أنَّ البراعم تحوي مناطق ميرستيمية كاملة ذات قدرة على الإنقسام والنمو (Hartamann وزملاؤه، 1997). كما أنَّ حجم الخزعة ومقدار الضرر الفيزيائي الذي تتعرض له أنسجة الخزعة أثناء اقتطاعها والمرحلة التي تكون فيها الكورمة من حيث النشاط والسكون تشكل عوامل هامة في تحديد الاستجابة الأولية، يرجع ظهور أكبر استجابة لدى الخزعات المكونة من برعم قمي وجانبي مقارنة مع البرعم القمي للطريقة التي تم فيها أخذ الخزعة والتي جعلت عدد الأسطح التي أجري عليها القطع أكبر وهذا ما يتطابق مع Memon وزملاؤه (2010) والذي استخدم عدة خزعات تعتمد على أخذ شرائح من الكورمات وكذلك كورمات كاملة ونموات ولاحظ أنَه كلما كان سطح قطع الخزعات أكبر فإنَ ذلك يزيد من الإجهاد الناجم عن الأكسدة (Halliwell وSuden، 1989) لأنَه يخلق فرصة لتكون الجذور الحرة التي تسبب تنشيط إنزيمات بيروكسيداز، كاتلاز (Olmos وزملاؤه، 1994).



الخزعات المكونة من برعم قمي فقط



الخزعات المكونة من برعم قمي وجانبي

الصورة (19)؛ شكل الخزعات التي تمت دراستها

3-4-1-4- تأثير موعد الإدخال في نسبة الاستجابة:

يبين (الشكل 4) وجود اختلافات معنوية في نسبة الاستجابة تبعاً لموعد إدخال الخزعة، فقط ظهرت أعلى استجابة معنوياً خلال شهري أيلول وتشرين الأول ووصلت إلى 86.33% وقد تلاها معنوياً الاستجابة خلال شهري تموز وآب والتي بلغت 69.33%، ومن ثم الاستجابة في شهري تشرين الثاني وكانون الأول فكانت 34% وقد انخفضت نسبة المئوية للاستجابة إلى 20.67 % خلال شهري كانون الثاني وشباط، ووصلت في شهري آذار ونيسان إلى 13% وانعدمت كلياً في شهري آيار وحزيران 0%.



Lsd(1%)	5.08

الشكل (4)؛ تأثير موعد الإدخال في النسبة المئوية للاستجابة

تأثرت نسبة ظهور النموات من البراعم الموجودة على الخزعات المزروعة بشكل كبير بموعد زراعة الخزعة على الأوساط المغذية، فكانت أعلى نسبة للاستجابة خلال شهري أيلول وتشرين الأول والتي بلغت 86.33% وهذه النسبة توافق Yasminوزملاؤه (2013)، كما توافق Kiran وزملاؤه (2011) واللذان أكدا أنَّ نسبة إنبات البراعم المزروعة في شهري أيلول وتشرين الأول تفوق 90%، يرجع هذا الاختلاف في نسب الاستجابة إلى أنَّ استجابة البراعم المزروعة تعتمد على المرحلة الفينولوجية لنمو النبات، لذا سيحدث تأخر في تكوين البراعم وكذلك الكالس في

الزراعة النسيجية خلال الأشهر الخاملة وفق لدورة نمو النبات من السنة (Renau- Morata وزملاؤه، 2013) كما تتوافق النتائج مع الأبحاث السابقة التي تفيد بأن استجابة الزعفران تعتمد على الحالة البيولوجية للنبات الأم (Milyaeva وزملاؤه، 1995؛ Devi وزملاؤه، 2011) فظهور أعلى نسبة استجابة خلال شهري أيلول وتشرين الأول تتوافق مع دورة النمو الموسمية النموذجية للزعفران في البيئة الطبيعية والتي ظلت دون تغيير أثناء الزراعة في المختبر (Milyaeva وزملاؤه، 1995)، حيث أنَّ أولى الخزعات التي زرعت خلال شهري تموز وآب أي الشهر السابع والثامن والتي توافق من الناحية البيولوجية الطبيعة نهاية سكون البراعم في الزعفران بلغت فيها نسبة الاستجابة 69.33%، أما أعلى نسبة استجابة فكانت في الشهر التاسع والعاشر والتي توافق بداية النمو وظهور النموات في الطبيعة، يوافق ظهور أخفض نسبة لتكون النموات في شهري آيار وحزيران دراسة Piqueras وFernandez (2004) اللذان أخذا قمم ميرستيمة Meristems من الكورمات الخاملة واستخدماها للإكثار الخضري الدقيق، ووجدا أنَّ القدرة على التعضي الجيني مورفولوجي في الخزعات المأخوذة من كورمات خاملة تكون منخفضة وغير متجانسة كذلك تم العثور على مستويات عالية من التلوث.

3-4-2- تأثير تركيز الستوكينيات في النسبة المئوية لتكون النموات ذات الاستطالة وعدد النموات المتكونة وطولها والنسبة المئوية لتكون المجموع الخضري:

تبين النتائج في (الجدول 34) أنَّ لتركيز السيتوكينين تأثير في النسبة المئوية لتكون النموات ذات الإستطالة حيث ظهرت أعلى نسبة مئوية في معاملة BAP في التركيز 4 ملغ.ل$^{-1}$ (73%) تلاها معنوياً النسبة المئوية لدى معاملة BAP بتركيز 5 ملغ.ل$^{-1}$ (66.67%) وكانت أقل نسبة مئوية لتكون النموات ذات الإستطالة في معاملة BAP بالتركيز1 ملغ.ل$^{-1}$ (33.42%).

وأوضحت النتائج أنَّ أعلى عدد للنموات كان ضمن تركيز 4 ملغ.ل$^{-1}$، حيث بلغت 4.18 نمو.خزعة$^{-1}$ وقد تلاها معنوياً عدد النموات في معاملة الستوكينين بتركيز 5 ملغ.ل$^{-1}$، فقد بلغ عدد

النموات فيها 2.28 نمو.خزعة$^{-1}$، ولوحظ أقل عدد للنموات في معاملة الشاهد وفي معاملة 1ملغ.ل$^{-1}$ BAP حيث بلغت 1 نمو.خزعة$^{-1}$، وبالنسبة لتأثير تركيز السيتوكينين في طول النموات، أوضحت نتائج (الجدول 34) أنَّ أكبر طول للنموات كان في معاملة الشاهد (12.87سم) تلاها معنوياً طول النموات في التركيز 2ملغ.ل$^{-1}$ (10.55سم) والتي بدورها لم تُظهر فرقاً معنوياً عن التركيز 1 ملغ.ل$^{-1}$ (10.25سم) وكان أقل طول للنموات معنوياً في كل من التراكيز التالية 4، 5 ملغ.ل$^{-1}$ (8.60، 8.30 سم على التوالي) دون فرق معنوي عن معاملتي BAP بتركيز 3، 6 ملغ.ل. وكان لتراكيز السيتوكينين تأثير معنوي في نسبة تكون المجموع الخضري فبلغت أكبر نسبة لتكون المجموع الخضري لدى تركيز في التركيز 4 ملغ.ل$^{-1}$ (75.67%) تلاها التركيز 3 ملغ.ل$^{-1}$ (67.83%) وكانت أقل نسبة لتكون المجموع الخضري لدى التركيز6 ملغ.ل$^{-1}$ (41%)

الجدول (34)؛ تأثير تركيز السيتوكينينات في النسبة المئوية للاستجابة وفي عدد النموات المتكونة وفي طول النموات المتكونة وفي النسبة المئوية لتكون المجموع الخضري.

تركيز BAP ملغ.ليتر$^{-1}$	النسبة المئوية لتكون النموات(%)	معدل الإكثار نمو.الخزعة$^{-1}$	متوسط الإستطالة النموات(سم)	النسبة المئوية لتكون المجموع الخضري(%I)
0	54e	1e	12.87a	47e
1	42.33g	1e	10.25bc	50d
2	d52.67	1.1e	10.55b	62.67c
3	58.33c	2.22c	9.4bcd	67.83b
4	73a	4.18a	8.60d	75.67a
5	66.67b	2.28b	8.30d	55.67c
6	44.66f	1.04d	9.14cd	41f
LSD(%)	النسبة المئوية لتكون النموات		3.37	
	معدل الإكثار		0.2	
	متوسط الإستطالة		1.20	
	نسبةتكون المجموع الخضري		4.76	
	النسبة المئوية لتكون النموات		3.37	

*أخذت النتائج بعد 90 يوم من الزراعة علماً أنَه تم نقل العينات إلى نفس الوسط كل 30 يوم.

**تشير الأحرف المختلفة في القراءة الواحدة إلى وجود فروق معنوية بين التراكيز المختلفة لـــ BAP

لم تتمكن كافة الخزعات التي أظهرت استجابة في طور الزراعة الأولية (sprout) بعد نقلها لأوساط الإكثار من التحول لنموات كاملة ذات إستطالة ومقدرة على التكاثر وزيادة عدد النموات

(الصورة 20) وهذا ما يتوافق مع Cavusoglu وزملاؤه (2013) والذين بينوا أنَّ بَعض الخزعات التي أظهرت استجابة أولية للنمو لم تتابع قدرتها على النمو. لوحظ أنَّ معدل إكثار النموات في كافة الأوساط وفي كافة التراكيز كان منخفضاً وهذا يتوافق مع العديد من دراسات التعضي المباشر والتي أكدت أنَّ قَابلية الزعفران للإكثار وإعطاء النموات هي قابيلة منخفضة (Majourhat وزملاؤه، 2007؛ Sharma وزملاؤه، 2008؛ Cavusoglu وزملاؤه، 2013)، إنَ الدور الإيجابي لهرمون BAP في التعضي المباشر في الزعفران معروف منذ زمن بعيد (Plesener وزملاؤه، 1990) حيث أنَّ خليط من BAP و NAA يدعم التعضي وتكون النموات مباشرة من البراعم الموجودة على الكورمات (Ding وزملاؤه، 1979، 1981)، ولكن يختلف معدل تكون النموات لدى استخدام BAP ضمن مرحلة الإكثار باختلاف الوسط المستخدم، فقد بين Cavusoglu وزملاؤه (2013) أنَّ أعلى نسبة مئوية للاستجابة كانت في تركيز6 ملغ.ل$^{-1}$ ولكن دون استخدام أي نوع من الأكسين ضمن هذه المرحلة، بينما بلغ أعلى عدد للنموات 3 نمو.خزعة$^{-1}$ لدى تركيز 5 ملغ.ل$^{-1}$ من BAP في دراسة Majourhat وزملاؤه (2007)، في حين أظهرت نتائج التجربة أنَّ أعلى معدل للإكثار كان بتركيز 4 ملغ.ل$^{-1}$ ولكن مع إضافة 0.1 ملغ.ل$^{-1}$ من أكسين IBA، كما تم الحصول على أعلى معدل إكثار عند استخدام المحلول المعدني MS مضافاً له 5 ملغ.ل$^{-1}$ من BAP وذلك بالنسبة لكل من نبات الكركم *Curcuma aromatica* والذي ينتمي للعائلة الزنجبارية *Zingiberacea* (Sanghamitra، 2000)، والغلاديول التابع للفصيلة السوسنية (Grewal وزملاؤه، 1995). يوافق ظهور أكبرطول للنموات في معاملة الشاهد ما تم التوصل إليه من قبل Hiremath (2006) في نبات الزنجبيل *Zingiber officinale* والذي ينتمي للعائلة الزنجبارية أيضاً *Zingiberacea* حيث وجد أنَّ الأفرع التي كانت وحيدة أعطت أعلى متوسط استطالة في معاملة الشاهد بالنسبة لنبات الزنجبيل وهذا يعود إلى السيادة القمية، في حين أنَّ المعاملة بالسيتوكينين تؤدي إلى زيادة معدل الإكثار كونها فعالة في الحد من السيادة القمية للأفرع ومن المعروف أنَّ السيتوكينينات تنشط النمو

الخلوي الشعاعي، وتثبط استطالة الخلايا الطولية. وهذه الظاهرة تلاحظ في زراعة الأنسجة النباتية حيث تقل استطالة النموات المتكونة بالأنسجة عند زيادة تركيز السيتوكينين (Al Maarri، 1986؛ Thrope، 1981)، وهذا مايفسر انخفاض طول النموات لدى معاملة BAP بتركيز 4 ملغ.ل$^{-1}$، ومن خلال دراسة النسبة المئوية لتكون المجموع الخضري على الخزعات نجد أنَّ بعض البراعم تحولت الى أوراق كاملة بينما بعضها بقيت براعم وبداءات ورقية وعجزت عن تكوين أوراق خضراء، وهذا ما يتطابق مع cavusoglu وزملاؤه (2013).



الصورة (20)؛ ظهور نمو أولي وعدم تقدمه لتشيكل نمو ذو استطالة

3-4-3- مرحلة تكون الكُرَيمات:

4-4-3-1- تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الكُرَيمات وفي عدد الكُرَيمات المتكونة:

لم تتمكن كافة الخزعات التي كونت نموات من تكوين كُرَيمات، وكذلك لم تتمكن كافة النموات ضمن الخزعة الواحدة من تكوين كُرَيمات بل عدد محدود من النموات ضمن الخزعة الواحدة، فحققت معاملة NAA بتركيز 1ملغ.ل$^{-1}$ أعلى نسبة مئوية لتكون الكورمات (53%)، وكذلك أعلى عدد للكُرَيمات (2.25 كُريّمة.خزعة$^{-1}$)، تلاها معنوياً النسبة المئوية لتكون النموات في معاملتي IBA، 2,4D (33.7، 31%) واللتين بلغتا 1.23، 1.19 كُريّمة.خزعة$^{-1}$ على التوالي، دون فروق معنوية بينها.

الجدول (35)؛ تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الكُرَيمات وفي عدد الكُرَيمات المتكونة

تركيب الوسط	النسبة المئوية لتكون الكُريّمات (%)	عدد الكُرَيمات (كريّمة.خزعة$^{-1}$)
NAA	53a	2.25a
2,4D	31b	1.19b
IBA	33.7b	b1.23
LSD (1%)	5.11	0.26

*يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى اختلافات معنوية عند مستوى معنوية (1%).

لم تمتلك كافة النموات القدرة على تكوين كُريّمة كاملة وهذا ما يتوافق مع Cavusoglu وزملاؤه (2013) الذي لم تستطع كافة النموات المتكونة على الخزعة من تكوين كريّمة كاملة بل تراوحت نسبة تكون الكُرَيمات بين 13.3–76.7% تبعاً لتركيب الوسط، كما سجل Yasmin وزملاؤه (2013) انخفاضاً في عدد كتل النموات البدائية ذات القاعدة المنتفخة القادرة على إنتاج الكُرَيمات من 13.5 إلى 7.58، أي انخفض عدد النموات التي استطاعت تكوين الكُرَيمات بنسبة 56.1% لدى استخدام أكسين NAA وحده، وانخفضت بمعدل 52.5%، أي بما يعادل انخفاض من 17.91إلى 9.41% عند استخدام BAP ولدى أعلى نسبة من تكون النموات التي ظهرت في معدل 6.5 ملغ.ل$^{-1}$ من BAP و0.2 ملغ.ل$^{-1}$ من NAA انخفضت نسبة تكون الكُريّمات 46%، حيث انخفضت من 24 إلى 11 نمو كان ذو مقدرة على إتمام النمو نحو كوريمة كاملة، كما تتوافق هذه النتائج مع Sharma وزملاؤه (2010) والذي استطاع الحصول على 2–3 نموات من زراعة البراعم القمي ولكن لم تنجح كافة النموات في تشكيل كُرَيمات بل حققت 1.89 كوريمة وذلك على وسط نصف MS مضاف له 3 ملغ.ل$^{-1}$ من BA و80 ملغ.ل$^{-1}$ من السكر وقد استغرق تكونها 9 أشهر، وظهر إتجاه أكبر نحو تكون الكُرَيمات لدى استخدام NAA مقارنة مع استخدام IBA، 2,4D، وهذا يتوافق مع Mir وزملاؤه (2014) الذي وجد أنَه عند إضافة 27 ميكرومول NAA و44.4 ميكرومول BA إلى وسط G-5 أنَّ 25% من النموات الناتجة من البراعم القمية ستعطي كُرَيمات صغيرة يتراوح وزنها بين 1–1.5غ، وضمن البحث نفسه وجد Mir وزملاؤه (2014) أنَّ استخدام وسط يحوي BAP والباكلوبترازول وNAA وسيساهم في تحريض مباشر لتكون عدد من

الكُرَيمات الصغيرة على الخزعة الصغيرة ترواح وزنها بين 0.34–1.54غ وقد استغرق تكون الكُرَيمات وتحولها لكُرَيمات كاملة 8 أشهر، وقد توصل Parray وزملاؤه (2012) للحصول على أعلى معدل لتكون النموات وأعلى معدل لتكون الكُرَيمات من النموات المتكونة على الخزعة المأخوذة عند استخدام أوساط تحوي BAP بمعدل 20 ميكرومول وNAA بمعدل 15 ميكرومول مقارنة مع الأوساط الأخرى التي استخدم فيها الكينيتين مع 2,4D ووسط ثاني استخدم فيه ضمن IAA +TDZ ضمن نفس التراكيز من الأكسينات والسيتوكينيات.

3-4-3-2- تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الجذور وعددها:

يبين (الجدول 36) اختلاف النسبة المئوية لتكون الجذور وعددها باختلاف نوع الأكسين، حيث ظهرت أعلى نسبة مئوية لتكون الجذور في معاملة 2 ملغ.ل$^{-1}$ IBA إذ بلغت 55.67% وتلاها معنوياً معاملة NAA نفتالين أستيك أسيد إذ بلغت 43.2%.

أما بالنسبة لعدد الجذور فقد سجلُ أعلى عدد من الجذور في معاملة 2 ملغ.ل$^{-1}$ IBA والذي بلغ 5.56 جذر.خزعة$^{-1}$، تلاها معنوياً عدد الجذور في معاملة 2 ملغ.ل$^{-1}$ من NAA والتي بلغت 3.84 جذر.خزعة$^{-1}$.

الجدول (36)؛ تأثير نوع الأكسين في النسبة المئوية لتكون الجذور وعددها

نوع الأكسين	النسبة المئوية لتكون الجذور%	عدد الجذور
IBA	55.67a	5.56a
NAA	43.22b	3.84b
LSD(1%)	نسبة تكون الجذور %	4.13
	عدد الجذور	0.83

*يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى اختلافات معنوية ضمن كل قراءة على حدى.

إنَ استخدام الأوكسينات وحدها أو بالاشتراك مع منظمات نمو النبات الأخرى، لها دور مهم في التجذير وإنتاج كورمات الزعفران (Sharma وزملاؤه، 2008؛ Mir زملاؤه، 2010؛ Zeybek وزملاؤه، 2012). أما بالنسبة للجذور فمن المعروف أنَّ الزعفران هو من الأنواع التي لها نزعة تجاه تكوين الجذور العرضية (الصورة 21) في ظل الظروف المخبرية، وهذا ما ظهر في هذه

التجربة حتى قبيل الوصول لمرحلة التجذير في بعض الخزعات. استخدم Sharifi وEbrahimzadeh (2010) جرعات مختلفة من NAA وIBA في وسط MS وB5 لتحريض الجذر، ووفقاً للبيانات أعطى وسط B5 مع 2.46 ميكرومول IBA أفضل نسبة تجذير (76.9%)، بينما أعطى MS مع 19.6 ميكرومول IBA أعلى عدد من الجذور وهذا ما يتوافق مع النتائج هنا التي ارتفعت فيها نسبة التجذير وعدد الجذور لدى استخدتم IBA مقارنة مع NAA. إنَ الحصول على أعلى نسبة مئوية لتكون الجذور وأعلى عدد في معاملة IBA يوافق Zebyek وزملاؤه (2012) والذين وجدوا أنَّ استخدام IBA بتركيز 2ملغ.ل$^{-1}$ أدى إلى الوصول لنسبة تكون جذور بلغت 68% و بلغ فيها عدد الجذور 4.96 جذر.كورمة$^{-1}$، كما أنَّ انخفاض مستويات نمو الجذور رغم تكونها في الأوساط التي تحوي NAA تتوافق مع دراسة Ilahi وزملاؤه (1987) والذين وجدوا أنَّ استخدام 2,4-D بمستويات منخفضة يحرض على تشكل النموات ويعزز نموها ولكن إضافة NAA أدت إلى زيادة تكوين الجذر ومع ذلك فإنَ نمو تلك الجذور كان بطيئاً.



الصورة (21)؛ الجذور العرضية في المراحل المبكرة قبيل ظهور الكورمات

3-5- دراسة تأثير معاملات التسميد وطول فترة التخزين في محتوى المياسم من المواد الفعالة:

3-5-1- تأثير معاملات التسميد في محتوى المياسم من المواد الفعالة من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال:

تدل النتائج (الجدول 37) أنَّ أكبر محتوى للكروسين معنوياً كان لدى معاملات السماد العضوي المخلوط مع اليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (261.63، 258.59)، تلاها معنوياً محتوى المياسم من الكروسين في معاملات السماد العضوي (246.96)، في حين انخفض معنوياً محتوى الكروسين في معاملات التسميد باليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (223.47، 225.56)، ولوحظ أخفض محتوى للكروسين في معاملة الشاهد، أما بالنسبة للبيكروكروسين، بينت النتائج أنَّ أعلى محتوى له في معاملة السماد العضوي وحده (93.63)، تلاها معاملات خليط السماد العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (84.96، 82.31) ومن ثم تلاها معاملة اليوريا 100 كغ.هكتار$^{-1}$ (78.88) ومن ثم انخفض محتوى البيكروكروسين في معاملتي اليوريا 200 كغ.هكتار$^{-1}$ ومعاملة الشاهد (73.29، 71.04) على التوالي دون فروق معنوية بينها. بالنسبة للسافرنال لوحظ أعلى معدل له في معاملة العضوي (28.60) ومن ثم اليوريا 100، 200 كغ.هكتار$^{-1}$ (26.87، 26.39)، بينما لم يظهر فرق معنوي بين معاملات الشاهد وكل من الخليط بين العضوي واليوريا 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$ (24.11، 24.28، 24.81).

الجدول (37)؛ تأثير معاملات التسميد في محتوى المياسم من المواد الفعالة من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال كمتوسط لموسمين 2018-2019

نوع المعاملة	الكروسين	التصنيف	البيكروكروسن	التصنيف	السافرنال	التصنيف
الشاهد	204.44d	I	71.04d	I	24.11c	I
اليوريا 100	223.47c	I	78.88c	I	26.87b	I
اليوريا 200	225.56c	I	73.28d	I	26.39b	I
العضوي	246.96b	I	93.63a	I	28.60a	I
اليوريا 100+عضوي	261.63a	I	84.96b	I	24.28c	I
اليوريا 200+عضوي	258.59a	I	82.31b	I	24.81c	I
LSD (1%)	13.63		3.11		1.53	

*يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود اختلافات معنوية.

تشير النتائج إلى أنَّ كافة معاملات التسميد العضوي سواء وحده أو مخلوط مع الآزوت كانت ذات محتوى أعلى من الكروسين والبيكروكروسين مقارنة مع معاملات اليوريا وحدها ضمن 100 و200 كغ.هكتار$^{-1}$، وتتطابق الزيادة في تركيز الكروسين والبيكروكرسين في معاملات التي تم فيها الخلط بين السماد المعدني N P K والسماد العضوي مقارنة مع استخدام السماد االمعدني وحده مع نتائج Rezaian وPaseban (2005) واللذين أكدا على زيادة البيكروكروسين بمقدار 3.32% وزيادة الكروسين بمقدار 4.84% مقارنة مع استخدام السماد المعدني. أما لدى مقارنة المعاملات التي فيها الخلط بين العضوي واليوريا ومعاملات السماد العضوي وحده، فقد جاءت الزيادة في محتوى السافرنال والبيكروكروسين في المعاملات التي تم فيها تطبيق السماد العضوي دون خلط موافقة لنتائج omidi وزملاؤه (2009) والذي حصل على ارتفاع في محتوى السافرنال والبيكروكروسين في معاملات السماد الحيوي وحده من النتروكسين بمقدار 5 كغ.هكتار$^{-1}$ في حين أنَّ الكروسين كان أعلى في معاملة خليط نصف الكمية من النتروكسين 2.5 كغ.هكتار$^{-1}$ و75 كغ.هكتار$^{-1}$ من الآزوت، كما تتطابق الزيادة في محتوى السافرنال والبيكروكروسين في معاملات السماد العضوي وحده مقارنة مع الخليط من اليوريا مع نتائج Ghanbari وزملاؤه (2019) والذي أرجع ذلك إلى أنَّ إطلاق البطيء للآزوت من السماد العضوي لديه القدرة على تحسين تشكيل مركبات رائحة في حين أنَّ ارتفاع مستوى الآزوت التربة كما هو الحال في حالات التسميد المعدني يؤثر سلباً على بعض

المركبات المتطايرة، فقد تكون هناك زيادات في محتوى الآزوت في معاملات الخليط، ولكن العديد من الأبحاث التي تؤكد أنَّ طبيعة تكوين المركبات العطرية المسؤولة عن الرائحة في النباتات الطبية والعطرية تختلف بشكل كبير من نبات لآخر تحت ظروف التغذية المعدنية والعضوية حيث أفاد Singh وGuleria (2013) أنَّ محتويات الزيت العطري ومكوناته في إكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis* L.) لم تتأثر بتطبيق الفيركومبوست وحده أو في حال خلطه مع الأسمدة المعدنية ضمن مستويات مختلفة، أما التفوق في محتويات الكروسين والبيكروكروسين في معاملات السماد العضوي وحده وخليطه يرجع إلى أنَّ مياسم الزعفران تحتوي على كميات هائلة من الغليكوزيدات الكاروتينية مقارنة بالنباتات الأخرى والتي تعتبر مسؤولة عن اللون والطعم، وتتكون هذه المركبات داخل المياسم نتيجة عمليات أكسدة إنزيمية للمشتقات الكاروتينية والتي تتبعها عملية ارتباط بالسكريات لتتكون غليكوزيدات سكرية هي الكروسين والبيكروكروسين. تتطابق الزيادة في محتوى الكروسين في معاملات خليط السماد العضوي واليوريا مع نتائج Rabani-Foroutagheh وزملاؤه (2013) والذين لاحظوا زيادة في تكوين الكروسين لدى معاملات الرش الورقي الغنية بالآزوت والفوسفور، ولكن كانت ذات تأثير سلبي على البيكروكروسين والسافرنال.

تشير النتائج إلى أنَّ كافة معاملات التسميد العضوي سواء وحده أو مخلوط مع الآزوت كانت أعلى في الكروسين، وقد يرجع ذلك لدور الأحماض الهيومية التي تنتج من السماد العضوي في زيادة محتوى النبات من الكاروتينات ومضادات الأكسدة (Unlu وزملاؤه، 2010، 1997؛ Fallahi وزملاؤه، 2021) وذلك نظراً لدورها المنشط للإنزيمات مما يحرض على أكسدة الكاروتينات إلى مشتقات كاروتينية وارتباطها بالسكريات (Chen وAviad ، 1990). أما الزيادة في محتوى الكروسين في الخليط ترجع لزيادة محتوى الكربون العضوي داخل النبات باستخدام خليط العضوي واليوريا، حيث أنَّ الكربون العضوي هو منشأ تكوين الكربوهيدرات داخل النبات والذي هو الأصل في تكوين الجزيء السكري في الكروسين الذي ينتج عن ارتباط السكر مع الكاروتينويد

والذي يتكون من كاروتين مع كزانتوفيل (Xanthophyll) (Zakar وزملاؤه، 2016) كما أثبتت الدراسات أنَّ الاستخدام المشترك لليوريا مع الأسمدة العضوية سيزيد معدلات النمو الخضري، كما سيزيد محتوى الكلورفيل ومن ثم استحصال الطاقة وتحويلها إلى كاروتين والعلاقة بين محتوى الكلورفيل والكاروتين هي علاقة ارتباط ايجابية (shah وزملاؤه، 2017) وكلها عوامل هامة في تكوين الكروسين داخل المياسم.

3-5-2- تأثير طول فترة التخزين في محتوى المياسم من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال:

تدل النتائج أنَّ لطول مدة التخزين تأثيرات كبيرة في محتوى المواد الفعالة للزعفران، وقد دلت النتائج على حدوث انخفاض في محتوى الكروسين مع تقدم عمر الزراعة (الجدول 38)، إذ بلغ في العام الأول للإنتاج (2020) 216.82 تلاها وبدون فارق معنوي محتوى الكروسين لدى المياسم المخزنة لمدة عام والمنتجة في عام 2019 حيث بلغ محتوى الكروسين 207، وفي العامين الأول والثاني بقي مستوى الجودة في ضمن المستوى الأول والأعلى، في حين حدث انخفاض حاد في نسبة الكروسين لتصل إلى 155.18 في العام الثالث، ولوحظ انخفاض معنوي أكبر في مستوى الكروسين في العام الرابع من تخزين المياسم لتصبح 136.81، ولكن بقي مستوى الكروسين في العام الثالث والرابع ضمن المستوى الثاني من حيث الجودة، كما حدث في العام الخامس انخفاضاً معنوياً أكبر حيث وصل محتوى الكروسين داخل المياسم إلى 120 وهو الحد الأدنى الفاصل والذي بعده ستصبح العينات خارج التصنيف وترفض. يلاحظ بالنسبة لمحتوى المياسم من البيكروكروسين في الأعوام الثلاثة أنَه لم تحدث تغيرات كبيرة في محتوى المياسم بين سنة إنتاجها 2020 وبين المياسم المخزنة لسنة (2019) وتلك المخزنة لمدة لسنتين (2018) إذ بلغت 79.54،73،72.5على التوالي وبقيت ولمدة ثلاثة أعوام متتالية ضمن التصنيف الأعلى للمياسم من حيث محتوى البيكروكروسين، أما بعد أربع سنوات من التخزين لوحظ انخفاض معنوي في محتوى البيكروكروسين ليصل إلى 63.90،

وعادت لتنخفض بشكل أكبر في العام الخامس من التخزين 57.27 ولكن دون فرق معنوي عن محتوى البيكروكروسين بعد أربعة أعوام من التخزين، وصنف محتوى المياسم من البيكروكروسين بعد أربعة وخمسة أعوام من التخزين ضمن المستوى الثاني من حيث الجودة، وتدل النتائج الخاصة بالسافرنال على حدوث زيادات معنوية مع تقدم عمر التخزين إلى حد معين، إذ ظهر أقل محتوى من السافرنال في الموسم الإنتاج نفسه أي موسم 2020 (24.32)، بينما حدثت زيادة معنوية في نسبة السافرنال في المياسم المخزنة لعام واحد والمنتجة في الموسم 2019 (36.82)، ومن ثم حدثت زيادة معنوية لنسبة السافرنال (44.54) في المياسم المخزنة لعامين والمنتجة في 2018، من بعد مرور ثلاث سنوات على التخزين لم تحدث زيادات معنوية في محتوى المياسم في العام الرابع من التخزين (2017) والخامس (2016) للتخزين (47.27، 42.04 على التوالي).

الجدول (38)؛ تأثير طول فترة التخزين في محتوى المياسم من الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال

العام	الكروسين	التصنيف	البيكروكروسين	التصنيف	السافرنال	التصنيف
2016	120c	III	57.27c	II	42.045a	I
2017	136.82b	II	c 63.91	II	47.27a	I
2018	155.18b	II	72.5a	I	44.54a	I
2019	207a	I	73a	I	36.82b	I
2020	216.82a	I	79.54a	I	24.32c	I
LSD (1%)	21.45		8.43		7.41	

*يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد لوجود اختلافات معنوية ضمن القراءة الواحدة

إنَ تلك الزيادة من العام الأول وحتى الثالث في السافرنال تتوافق مع نتائج Sereshti وزملاؤه (2018) وCarmona وزملاؤه (2016) وMaggi وزملاؤه (2010)، وقد يرجع ذلك إلى أنَّ البيكروكروسين نتيجة التعرض للحرارة أو لعوامل قلوية يفقد غليكوزيد الميتوز وهو الجزيء السكري الذي يتدهور وهذا مايتسبب في تحوله إلى السافرنال (Sereshti وزملاؤه، 2018)، كما تدل النتائج أنّه في السنة الخامسة لم يحدث تدهور في السافرنال مقارنة مع السنة الرابعة والثالثة مما يتوافق مع Carmona وزملاؤه (2006) وMaggi وزملاؤه (2010) واللذان أكدا أنّه خلال فترة التخزين بين 1–4 سنوات سوف يختفي كل من هيدروكسيل سيكلو سيترال (HTCC) والإيوكارفون واللذان يعتبران المصدر الأساسي للسافرنال في المياسم الجافة، حيث ينشأن أصلاً من الزياكساتين

بواسطة أنزيم زياكساتين ديوأكسجيناز، والذي سيقسم الزياكساتين إلى HTCC وألدهيد كروستين، وبإطلاق هيدروكسيل سيكلو سيترال هيدروجينياً أوهيدروكسيلاً ينتج السافرنال، كما قد يحدث تحول وخسارة للغليكوزيد الذي يمثل الجزء السكري ليتحول البيكروكروسين إلى سافرنال (Carmona وزملاؤه، 2006).

يتوافق ذلك التناقص في الكروسين مع تقدم زمن التخزين مع نتائج Shoyama (2002) الذي أكد على تناقص الكروسين بمرور الوقت، ويحدث ذلك نتيجة تدهور وتحطم إسترات الغلوكوزيد داخل المياسم خلال فترة التخزين والتي قد تحدث بشدة مختلفة تبعاً لشروط التخزين المتوافرة (Morimoto، 1994)، حيث أنَّ الكروسين يتألف من استرات غلوكوزيد الكروستين (Sanchez وزملاؤه، 2008)، وهذا التدهور لاسترات الغلوكوزيد سيحول الكروسين إلى مركبات الكروستين الحرة فالتخزين الطويل للزعفران يؤثر سلباً في تركيز مكونات اللون والنكهة (الكروسين والبيكروكروسين) Rainia وزملاؤه (1996)، كما درس Bolandi وGhoddusi (2006) تأثير درجة الحرارة (25م°) والرطوبة النسبية (20–30%) أثناء التخزين في خصائص جودة الزعفران وخلصت الدراسة إلى أنَّ قوة التلوين في الزعفران انخفضت ولكن رائحته زادت مع زيادة مدة التخزين.

وبالنسبة للبيكروكروسين نجد عدم حدوث تغيرات في محتوى البيكروكروسين خلال الثلاث السنوات الأولى حيث بقيت ضمن التصنيف الأعلى، ولكن حتى بعد تخزين 4 و5 سنوات بقي تصنيف البيكروكروسين ضمن الدرجة الثانية من حيث الجودة، أي أنَّ التغيرات التي تحدث في محتوى البيكروكروسين عبر التخزين ليست بكبيرة وهذا ما يتوافق مع Bolandi وGhoddusi (2006) والذي أكد أنهَ بالرغم من التخزين إلا أنَّ البيكروكروسين المسؤول عن المرارة ذو نمط راسخ قليل التدهور.

الفصل الرابع الاستنتاجات والمقترحات

Deductions & Recommendations

في خاتمة هذا البحث، وتبعاً لأهداف البحث المطروحة ومنهجيته العلمية المتبعة فإننا تمكنا من أنّ نسلط الضوء على الجوانب المتعلقة بالعوامل المؤثرة في إكثار وإنتاج نبات الزعفران، حيث تمكن البحث من التوصل لإكثار الكورمات وبشكل ناجح وكبير حقلياً، إضافة لتحديد عام الإنتاج الأفضل اقتصادياً للنبات وتحديد طول الدورة الزراعية الأمثل التي ستعطي المردود الاقتصادي الأعلى من المياسم ومن الكورمات، إذ أنّ البعض يعتقد بأنّ إنتاج النبات يتم وبشكل تجاري رابح من العام الأول في الوقت الذي قد نحتاج لثلاث سنوات لتحقيق العام الإنتاجي الاقتصادي الأول وفقاً للنتائج العلمية المنفذة محلياً، كما طرح البحث أيضاً إمكانية تخفيف الأسمدة المعدنية الآزوتية، والوصول لزراعة خالية منها.

قدم البحث إمكانية إنتاج الزعفران بدون تربة ضمن الإمكانيات المتاحة محلياً، حيث تعتبر تقنية عالية الجودة والأداءعادة ماتطبق في الدول المتقدمة، حيث طرح البحث ولأول مرة تطبيق النظام خارجياً دون الدخول للبيوت المحمية ودفع تكاليف الوقود الغالية في ظروفنا الراهنة، بغية دراسة تأثير تقنية التغذية المتبعة وليس النظام البيئي الكامل، إذ تمّت ولأول مرة زراعة الزعفران بدون تربة ضمن تقنية التدفق العميق مدخلين لها الأوساط الزراعية خشية حساسية الكورمات من الغدق أي إدخال تعديل للتقنية المتبعة عالمياً على محاصيل أخرى، مبتعدين عن تقنية الغشاء المغذي الدقيق المطبق عالمياً لإنتاج الكورمات بدون تربة والتي تحتاج لإمكانات تفوق المتاحة الإمكانات محلياً حيث يعتبر نظام حساس لانقطاع التيار الكهربائي الذي يؤدي لاختناق الكورمات نتيجة نقص الأكسجة.

تطرق البحث لإيجاد حل لبعض الصعوبات التي تواجه إكثار الزعفران نسيجياً والتي تقف عقبة أمام الإكثار النسيجي مخبرياً لاسيما تحديد الموعد الأمثل لإدخال النباتات والذي تحدد بشكل

أساسي خلال شهرين بينما يقل التجاوب بمرور الزمن مما يشكل عائق في الدخول المخبري للنبات، وتحديد نوع الخزعة الأمثل للإكثار.

اهتم البحث أيضاً بالتحليل الكيميائي للمواد الفعالة وهي الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال محاولاً تحديد مستوى الجودة للمياسم المنتجة محلياً والتي تعتبر من أهم الصفات التسويقية لاسيما عند القيام بعمليات التصدير، إذ يُعتقد بأن الزعفران المنتج محلياً في الأراضي السورية ذو جودة عالية، وأجاب البحث عن التساؤل المطروح حول تأثير نوع السماد المستخدم في نسبة المواد الفعالة، وحدد تأثير طول مدة التخزين في مستوى المواد الفعالة وذلك لمدة خمس سنوات متتالية، إذ أنَّ الأبحاث العالمية لم تتحرى تأثير طول مدة التخزين لفترة تطول عن الموسمين، حيث يعد عمر المنتج وقابليته للتخزين من العوامل المؤثرة في السوق التجاري الخاص بالزعفران.

أولاً- الاستنتاجات:

1. يعد إنتاج الزعفران من المياسم في العام الأول والثاني ضعيف، في حين حقق العام الثالث والرابع إنتاجية عالية من المياسم، وحقق العام الثالث أعلى إنتاجية من الكورمات.
2. أظهرت النتائج الأهمية الكبيرة للتسميد العضوي في تحسين إنتاجية النبات من الأزهار والمياسم ونوعيتها من حيث محتواها من المواد الفعالة الكروسين والبيكروكروسين والسافرنال، وكذلك تحسين الإنتاجية من الكورمات وتحسين نوعيتها.
3. بينت النتائج أنَّ هناك إمكانية لخفض كميات اليوريا المستخدمة في التسميد بعد بمرور الزمن في حال تم استخدام السماد العضوي بكميات كافية.
4. بينت النتائج المتحصل عليها أنَّ لوزن الكورمة المستخدمة في مرحلة تأسيس الحقول أهمية كبيرة في إنتاجية الزعفران وأثر معنوي يتعدى العام الواحد، حيث أعطت الكورمات بوزن بين 8-12غ أفضل نمو زهري وكورمي وأظهرت الكورمات المتوسطة الوزن قابلية لتطور الإنتاج فيها، بينما أدى استخدام كورمات صغيرة الوزن لانخفاض عدد الأزهار الناتجة والغلة من المياسم على امتداد المواسم الأربعة.
5. أظهرت نتائج الزراعة بدون تربة باستخدام تقنية التدفق العميق مقدرة التقنية على إعطاء كورمات ذات حجم ووزن كبير ونوعية عالية تفوق النوعية الناتجة من الزراعة الحقلية، بينما لم تحقق الكورمات المزروعة في الأوساط (البتموس- البرلايت – الخليط) تفوقاً على الزراعة في التربة من حيث الإنتاجية الزهرية والكورمية.
6. أعطت الزراعة النسيجية ضمن الطريقة المتبعة نتائج متواضعة من حيث الإنتاجية، فعلى الرغم من التمكن من الوصول لكورمات كاملة، إلا أنَّ الأعداد الناتجة في هذه الطريقة، كانت محدودة حيث لم يبدي النبات تجاوباً عالياً للإكثار النسيجي، ولكن تمكن البحث من تثبيت بعض النقاط الهامة ضمن الزراعات المخبرية للنبات وهي:

❖ أدى استخدام أجزاء من الكورمة حاوية على برعم قمي وجانبي للحصول على أعلى استجابة.

7. إنّ لموعد إدخال الخزعة تأثير كبير وهام في نسب إستجايتها حيث حقق موعد إدخال الخزعة خلال شهري أيلول وتشرين الأول أفضل النتائج، بينما تدنت نسب الاستجابة في الأشهر الأخرى مما قد يعيق الدخول المخبري للنبات وعمليات الإنتاج.
8. إن تخزين المياسم لأكثر من عامين يؤثر سلباً على قيمتها الاقتصادية والتسويقية، حيث أنَّ تخزينها لفترة أطول قد يؤدي لتدهور محتوي المواد الفعالة من الكروسين والبيكروكروسين.

ثانياً- التوصيات والمقترحات:

1. نوصي من هذه الدراسة بتسميد الأرض المعدة لزراعة الزعفران بسماد الأبقار المتخمر وذلك في المناطق المماثلة لمنطقة الدراسة من حيث طبيعة التربة والعوامل البيئية المختلفة، حيث يعد السماد العضوي مفتاح أساسي في زيادة الإنتاجية، كما قد تختلف كمية السماد العضوي الموصى به تبعاً لنسبة المادة العضوية، نوصي من هذه الدراسة بخفض كميات السماد الآزوتي المستخدمة بمرور الوقت (بعد عامين) في حال إضافة السماد العضوي بكميات وافرة، كما نقترح دراسة أنواع سمادية أخرى ودراسة تأثيؤها في نمو وإنتاج النبات.
2. توصي الدراسة باختيار الكورمات التي تنتمي للفئة الوزنية التي تفوق 8غ في حال توافرها، نظراً لارتفاع إنتاجها من المياسم الجافة والكورمات التجارية الاقتصادية من العام الأول، كما توصي بالاهتمام بالكورمات التي تنتمي للفئة الوزنية المتوسطة (>4-8)، لأنها تبدي قابلية جيدة لتطور إنتاجها من المياسم والكورمات التجارية بعد العام الأول في حال تقديم العناية الحقلية اللازمة وهي ذات سعر أرخص وتوصي الدراسة بالإبتعاد عن الكورمات الصغيرة (1-4غ) في تأسيس الحقول لأن لها أثر سلبي في الإنتاج سيستمر حتى الموسم الثالث.

3. توصي الدراسة باستخدام تقنية الزراعة بدون تربة في تقنية التدفق العميق – ضمن النظام المغلق وذلك فقط للكورمات الصغيرة (1–4غ) حيث أعطت نوعية جيدة جداً من حيث الكورمات الناتجة عنها ومن العام الأول، كما نقترح من دراسة تطوير محلول هوغلاند المغذي المستخدم لتغذية النبات لاسيما خلال مرحلة تكون الكورمات.
4. تقترح الدراسة ستخدام أنواع هرمونية وتراكيز جديدة وخزعات نباتية مختلفة في تقنية الإكثار الخضري الدقيق، باستخدام تقانات زراعة الأنسجة.

المراجع العلمية

References

1- المراجع العربية:

1. المعري، خليل. (1995). إكثار النخيل بواسطة تقنيات زراعة الأنسجة النباتية. كلية الزراعة، جامعة الملك فيصل، السعودية.
2. المعري ،خليل (2018). زراعة الأنسجة النباتية وتقاناتها. جامعة دمشق-كلية الزراعة،339ص.
3. حداد، سهيل؛ عبيد، حسان. 2008. الزراعة بدون تربة (الزراعة المائية) -الجزء النظري- منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية. 252 ص.
4. حداد، سهيل؛ عبيد، حسان. 2010. الزراعة بدون تربة (الزراعة المائية) -الجزء النظري- منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية. 331 ص.

2- المراجع الأجنبية:

1. Abdullaev, FI. and Frenkel, GD. 1992. The effect of saffron on intracellular DNA, RNA and protein synthesis in malignant and non-malignant human cells. BioFactors, 4: 43-45.
2. Abdullaev, F.I. 1993. Biological effects of saffron. BioFactors. 4: 83-86.
3. Abou-Hadid, A.F.; El-Shinawy, M.Z. and Omer, E.A. 1998. Cultivation of Garlic in Nutrient Film Technique (NFT). Egypt journal Horticuture ,25 (3):271 – 280
4. Acharya, CL.; Bishnoi, SK. and Yaduvanshi, HS.1988. Effect of long term application of fertilizers and organic and inorganic amendments under continuous cropping on soil physical and chemical properties in an Alfisol. Ind. J Agric. Sci., 58:509-516.
5. Aftab, F.; Alam,M.; Afrasiab,H.; Campus ,Q; Alam, M. H. and Afrasiab, Q. Campus .2008. *In vitro* shoot multiplication and callus induction in *gladiolus hybridus* hort. Pak. Bot., 40(2): 517-522.
6. Aga, F.A. 2008. Production potential of floral and corm yield of saffron (*crocus sativus* L.) as influenced by irrigation levels and frequency at different stages of growth. phD. Kashmir University Of Agricultural Sciences And Technology ,Kashmir.P:110
7. Agayev, Y.M.; Fernandez, J-A and Zarifi, E. 2009. Clonal selection of saffron (*Crocus sativu*s L.): the first optimistic experimental results. Euphytica, 169: 81–99.
8. Agronomy Statistics. 2019. Jihad Keshavarzi Organization of the South Khorasan province. Birjand, Iran
9. Agronomy Statistics. 2020. Jihad Keshavarzi Organization of the South Khorasan province. Birjand, Iran.
10. Ahmad, L.; Parvaze S. and Kanth R.H. 2017. Crop water requirement of major crops of Srinagar, Kashmir (J&K). J. Exp. Agr,15(2): 1-9.
11. Ahmad, M.; Razvi, SM.; Zafar, G.; Nengroo, ZI.; Mir, SD.; Wani, BA.; Ameeque, and Habib, M. 2014. Micropropagation of safron (*Crocus sativus* L.): a review. J. Cell Tissue Res., 14(1):4073.
12. Akbarian,M.; Sharifabad, H.H ; Noormohammadi,G and Kojouri, F.D .2012, The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (Crocus sativa). Annals of Biological Research, 3 (12):5651-5658.
13. Al Maarri, K.; Arnaud, E.T.E. and Miginiac, E. 1986. Micropropagation *in vitro* du poirier cv" Williams" par culture des meristemes.26th-Science week, auditorium. The University of Teshrine, Latakia, Syria. 1-7.
14. Alonso, G.L.; Varon, R.; Gomez, R.; Navaro, F.; and Salinas, M.R. 1990. Auto-oxidation in saffron at 40°C and 75% relative humidity. Journal of Food Science, 55(2): 595- 596.
15. Alonso, G.L.; Salinas, M.R.; Sánchez-Fernández, M.A. and Garijo, J. 2001. Safranal Content in Spanish Saffron. Food Sci. Tech. Int. 7:225–229.

16. Ameen, S.K.M. and. Habib, M.,M. 2015. Influence of jasmonic acid and growing media on growth and yield of *Freesia hybrida* .CV. *Jessica*. Euphrates Journal of Agriculture Science,7(1):21-33.
17. Amiri, E. M. 2008.Impact of animal manures and chemical Fertilizers on Yield Components of Saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (3): 274-279.
18. Andabjadid, S.S. ; Eslam,B.P. ; BakhtavariA.R.S. ; Mohammadi,H. 2015. Effects of corm size and plant density on Saffron (*Crocus sativus* L.) yield and its components. International Journal of Agronomy and Agricultural Research , 6,(3) : 20-26
19. Asker, M.H. 2015. Hydroponic technology for lily flowers and bulbs production using rainwater and some common nutrient solutions, Acdemic Journal, 14(29) : 2307-2313
20. Aytekin ,A. and Acikgoz ,A.O. 2008. Hormone and Microorganism Treatments in the Cultivation of Saffron (*Crocus Sativu*s L.) Plants. Molecules, 13: 1135-1146.
21. Azizi-Zohan, A. A.; Kamgar-Haghighi, A. A. and Sepaskhah, A. R. 2004. Investigation on water requirement, irrigation method and frequency of saffron (*Crocus sativus* L.). Sci. Technol. Agric. Nat.Resour., 10:, 45–54
22. Bagri,J.; Anupama, Y.; Khalid, A.; Jeremy., D; Sneh, L. S. P. and Pareek, A . 2017.Metabolic shift in sugars and amino acids regulates sprouting in Saffron corm. Scientific reports , 7: 11904 1598-017-10528-2
23. Bandyopadhyay, KK.; Misra, AK.; Ghosh, PK. and Hati, KM. KM. 2010. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. Soil and Tillage Research ,110:115-125.
24. Baruati,D.; Talukdar M.C. and Kumar,V. 2018. Effect of organic manures and biofertilizers on growth and yield of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). International Journal of Chemical Studies, 6(5): 2529-2532.
25. Basker, D. 1993. Saffron, the costliest spice: drying and quality, supply and price. Acta Hortic. 344, 86-97
26. Baweza , H.S. 2003. Effect of corm size and N level on growth and flowering of gladiolus under mid hill condition of Himachal Pradesh. Sco. Hort., 8:187-189.
27. Behdani, M.; Koocheki,A.; Nassiri,M. and Rezvani-Moghaddam,P. 2005. Evaluation of quantity relations between yield and nutrient consumption in saffron: On farm study. Journal of Iranian field crop research, 3.(1):1-14
28. Behdani,M.A. and Hoshyar, R. 2016.Phytochemical properties of Iranian organic saffron stigma: antioxidant,anticancer and apoptotic approaches. Cellular and Molecular, 62 (14), 69-73.
29. Behnia, M. R.; Estilai, A. and Ehdaie, B. 1999. Application of fertilizers for increased saffron yield. J. Agro. Sci., 182: 9-15.
30. Behzad ,S.; Razavi, M. and Mahajeri, M. 1992 a.The effect of mineral nutrients (N.P.K.) on saffron production. Acta Horti., 306: 426-430.
31. Behzad, S.; Razavi, M. and Mahajeri, M. 1992b. The effect of various amount of ammonium phosphate and urea on saffron production. International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Acta Horti., 306: 337-339.

32. Benschop, M. ; De Hertogh, A. and Le Nard, M..1993. The Physiology of Flower Bulbs, Elsevier Science Publishers: Amsterdam, The Netherlands, pp. 257–272.
33. Bhandari, N.S.; Srivastava, R.; Kantiya, S.P. ; Guru, S.K. and Goshwami, V. (2017). Assessment of substrates for lilium (Lilium longiflorum L.) forcing in container system. Indian Journal of Agriculture Scinces, 87(5): 677–680.
34. Bolandi, M. and H.B. Ghoddusi (2006). Flavor and color changes during processing and storage of saffron (*Crocus sativus* L.). Development in food science, 43: 323-326.
35. Bononi,M.; Milella,P.;Tateo,F. 2015. Gas chromatography of safranal as preferable method for the commercial grading of saffron (*Crocus sativus* L.) .Food chem .176:17-21.
36. Bullitta, P., Milia, M., Pinna, M.E., Satta, M. and Scarpa, G.M. 1996. Primi risultati degli effetti agronomicisul Crocus sativus L. effettuati in Sardegna. Eppos, 19:131-137
37. Cardone,L.; Castronuovo, D.; Perniola ,M .; Laura ,S. ;Nunzia, C . and Vincenzo, C. 2020- The Influence of Soil Physical and Chemical Properties on Saffron (Crocus sativus L.) Growth, Yield and Quality. Agronomy, 10, 1154.
38. Carmona, M.; Zalacain, A.; Pardo, J.E.; Lopez E.; Alvarruiz A. and Alonso G.L. 2005. Influence of Different Drying and Aging Conditions on Saffron Constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53(10): 3974-3979.
39. Carmona, M.; Zalacain, A.; Salinas, MR. and Alonso, GL .2006. Generation of saffron volatiles by thermal carotenoid degradation. J Agric Food Chem, 54:6825–6834
40. Carmona, M.; Zalacain, A.; Salinas, M.R. and Alonso, G.L. 2007. A New Approach to Saffron Aroma. Critical Reviews in Food Science and Nutrition., 47:145-159. 30.
41. Caser,M.; Demasi,S ; Victorino,I.M.M ; Donno ,D. ; Faccio ,A. ; Lumini ,E. ; Bianciotto,V. and Scariot,V. 2019. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Modulate the Crop Performance and Metabolic Profile of Saffron in Soilless Cultivation. Agronomy, 9, 232:1-19.
42. Cavusoglu, A and Erkel ,I.E. 2005. The effect of different planting areas and corm size on yield and harvest period of saffron in Kocaeli province. University of Akdeniz, Turkey, 2: 179-184.
43. Çavuşoğlu ,A. and Erkel,E.I.2009. Saffron (*crocus sativus* L.) Growing without removing of Mother corms under greenhouse condition. Turkish j. of field crops ,14(2): 170 – 18032.
44. Cavusoglu, A.; Sulusoglu, M. and Erkal, S. 2013. Plant regeneration and corm formation of saffron (*Crocus sativus* L.) *in vitro*. Research Journal of Biotechnology, 8(12): 128-133.
45. Chaji, N.; Khorassani, R.; Astaraei, AR. and Lakzian, A. 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. J. Saffron Res. 1 (1): 112-116

46. Chen, S.; Wang X.; Zhao, B. and Wang, Y. 2004. Screening of *Crocus sativus* L. callus lines for crocin production, Chinese Bulletin of Botany, 21(4): 455-460 .
47. Chen, Y. and Aviad, T. 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. In:P., Maccarthy, P Ed., Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings. American Society of Agronomy and Soil Sciences, Madison, 161-186.
48. Chib ,S. ; Thangaraj, A.; Kaul1, S.; Dhar, M.K. and Kaul, T. 2020. Development of a system for coefficient callus production, somatic embryogenesis and gene editing using CRISPR/Cas9 in Safron (*Crocus sativus* L.). Plant Methods,16:47-57.
49. Chichiriccò, G. 1999. Sterility and perspectives for genetic improvement of *Crocus sativus* L., in: Negbi M. (Ed.), Saffron, Harwood Academic Publishers, Amsterdam, pp. 127–135.
50. Chio-Sang, T. 1996. Effect of planting depth and existence of tunic on growth and flowering in Freesia forcing. J. Korean Hort. Sci., 37: 57-581.
51. Coleman, D.C. and Crossley, D.A.. 1995. Fundamentals of soil ecology. Academic Press, San Diego and London.42., American Journal of Alternative Agriculture, 12, (1).
52. Correa, R.M.; Pinto, J.E.B.P; Pinto, C.A.B.P. ; Faquin, V.; Reis, E.S. ; Monteiro , A.B. and Dyer, W.E. 2008. A comparison of potato seed tuber yields in beds, pots and hydroponics system. Scientia Horticulturae, 116 (1): 17–20.
53. Dalve, P.D.; Mane, S. V. and Nimbalkar, R. R. 2009. Effect of biofertilizer on growth flowering and yield of gladiolus. Asian Journal of Horticulture , 4 (1) : 227-229 .
54. De Mastro, G. and C. Ruta.1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Hort., 344, 512–517.
55. Devi, K.; Sharma, M.; Singh, M.and Singh Ahuja ,P. 2011. *In vitro* cormlet production and growth evaluation under greenhouse conditions in safron (*Crocus sativus* L.) a commercially important crop. Eng Life Sci., 11(2):189–94.
56. Ding, B.; Bai, S.; Wu, Y. and Wang, B. 1979. Preliminary report on tissue culture of corm C. Sativus. Acta Botanica Sinica, 23:419-420.
57. Ding, B.; Bai, S.; Wu, Y. and Fan, X. 1981. Induction of callus and regeneration of plantlets from corm of *Crocus sativus* L. Acta Botanica Sinica, 23:419-420.
58. Douglas, M.H.; Smallfield, B.M.; Wallace, A.R.; McGimpsey, J.A. 2014. Saffron (*Crocus sativus* L.), The effect of mother corm size on progeny multiplication, flower and stigma production. Sci. Hortic., 166: 50–58.
59. Ebrahimzadeh H.; Radjabian T. and Karamian R. 2000. *In vitro* production of floral buds and stigma-like structures on floral organs of *Crocus sativus* L. Pak. J. Bot., 32(1): 141-150.
60. Ehsanzadeh P.; Yadollahi A.A. and Maibodi A.M.M. 2004. Productivity, growth and qualità attributes of Iranian saffron accession under climatic conditios of Chahar-Mahal Bakhtiari, Central Iran. Acta Hortuculture. 650: 183-188
61. El Hajj,A.K.; Moustafa,S.; Oleik,S; Telj,V. and Taha,N., 2019- Yield of Saffron (*Crocus sativus* L) Under Different Corm Densities. Journal of Agricultural Science, 11,(8): 183-187.

62. Emam, V.; Eghbal, M.K.; Sheykh Lar, M.M.; Khalaj, K.N.; Paknejad,F. and Rohami,B. 2012. The Effect of Planting Density and Different Nitrogen and Phosphor. J. Basic. Appl. Sci. Res., 2(3)2400-2404.
63. Erden,K. and Özel , A.2016. Influence of delayed harvest on yield and some quality parameters of saffron (*crocus sativus* L.) . ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 11, (8) :313-316.
64. Fallahi,H.R.; Shajari, M.A.; Sahabi, H; Behdani,A. and Vatandoos, S. 2021. Influence of some pre and postharvest practices on quality of saffron stigmata. Scientia Horticulturae,278(27):109-146.
65. Fernández J.A. 2004. Biology, biotechnology and biomedicine of saf-fron, Recent Res. Dev. Plant Sci. 2: 127–159.
66. Festuccia ,C.; Colapietro, A., Mancini,A. and D'alessandro,A. 2019. Crocetin and Crocin from Saffron in Cancer Chemotherapy and Chemoprevention .Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry, 19(1): 38-47
67. Galavi ,M.; Soloki, M.; Mousavi, S.R. and Ziyaie, M. 2008. Effect of Planting Depth and Soil Summer Temperature Control on Growth and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 7: 747-751.
68. Galiano, F. and Pegna, G. F. 1999. Mechanized saffron cultivation, including harvesting. p.115-126.
69. Ghanbari,J ; Khajoei-Nejad , G.; Erasmusa , S. W. and Rutha,S.M.V. 2019. Identification and characterisation of volatile fingerprints of saffron stigmas and petals using PTR-TOF-MS: Influence of nutritional treatments and corm provenance. Industrial Crops & Products 141.
70. Ghazvini, R.; Payvast, GF and Azarian, H .2007. Effect of clinoptiloliticzeolite and perlite mixtures on the yield and quality of strawberry in soil-less culture. Int J. Agric Biol, 9:885–888.
71. Gholizade , M.; Aminifard,H. and Sayyari, M.H.2017. Evaluating the Effects of Municipal Waste Compost and Corm Weight on Qualitative Characteristic and Secondary Metabolites of Saffron (*Crocus sativus* L.) .The Plant Production Scientific Journal of Agriculture, 40(3):53-64
72. Ghorbani, M. 2018. The **E**conomics of Saffron in Iran**.** Acta Horti culturae, 739(42):321-331.
73. Gnaie ,D.B. and Singh, Y. 2019. Saffron in Jammu & Kashmir. International Journal of Research in Geography, 5, (2).
74. Gregory, M. J., R. C. Menary and N. W. Davies, 2005. Effect of drying temperature and air flow on the production and retention of secondary metabolites in saffron. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(15): 5969−5975.
75. Gresta, F.; Lombardo, G.M.;Siracusa.L. and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. Agron. Sustain. Dev. 28:95-112.
76. Gresta F., Lombardo G.M., Siracusa L., Roberto G. 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative

aspects of saffron (Crocus sativus L.) in a Mediterranean environment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 88: 1144-1150

77. Gresta F.; Avola G.; Lombardo G.M.; Siracusa L. and Ruberto G. 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Scientia Horticulturae. 119(3): 320-324.
78. Grewal, H.S.; Arora, J.S. and Gosal, S.S. (1995). Micropropagation of Gladiolus through in vitro cormlets production. Plant Tissue Cult. 5: 27-34.
79. Grilli, C, M.; Caputo, P. and Zanier, R. 2004. RAPD analysis in *Crocus sativus* L. accessions and related Crocus species. Biol Planty, 48: 375-380.
80. Hagiladi, A.; Miel, N. U. ; Ozeri, R.; Elyasi, S.; Abramsky, A.; Levy, A.; Lobovsky, O. and Matan, E. 1992.The effect of planting depth on emergence and development of some geophytic plants. International Society for Horticultural Science.Horti., 650: 207-209.
81. Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. 1989.Free radicals in biology and medicine. Oxford sience puplished,Clarendon Press: Oxford. p.346.
82. Hamalainen, B.and T. Sunden. 1989. Botanical and chemical characterization of peat using strawberry. Inter. J. of Agric. And Crop. Sci. 5(3): 200-206
83. Handreck, K.A. and Black, N.D. 2005. Growing media for ornamental plants and turf. A UNSW Press Book. Pp. 278
84. Hartamann, H. F.; Kester, D. E.; Dauies, F. D. J. and Geneve, R. L. 1997.
85. Plant propagation principles and practices. 6th Ed. Prentice Hall of India Private Ltd., New Delhi, 549-611.
86. Hassan-Beygy,R; Ghanbarian,D.; Kianmehr , M.H. and Farahmand, M. .2010.some physical properties of saffron crocus corm. Cercetări Agronomice în Moldova, XLIII(1)-(141):17-28.
87. Hosseinzadeh,H.R. and Sadeghnia, H.R. 2007.Protective effect of safranal on pentylenetetrazol-induced seizures in the rat: involvementof gabaergic and opioids systems. Phytomedicine. , 14:256–62.
88. Hausenblas,H.A.; Saha,D.; Dubyak,P.J.; ouglasAnton S. 2018. Saffron (*Crocus sativus* L.) and major depressive disorder: a meta-analysis of randomized clinical trials. Journal of Integrative Medicine. 11,(6) , 377-383.
89. Helal Beigi, Y.; Khoshgoftarmanesh, A.H. , Shamsi, F., Zamani,N. 2009. Possibility of saffron corm growth in different bed of cultivation in soilless system. Proceedings of 1st Congress of Hydroponic in Greenhouse Production. Isfahan University of Technology, Iran.
90. Hiremath, R. C. 2006. Micropropagation of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). M.Sc (Degree). Department of Horticulture College of Agricu lture, Dharwad University of Agricultural Sciences, Dharwad.
91. Homes, J.; Legros, M. and Jaziri, M. 1987.In vitro multiplication of *Crocus sativus* L. Acta Hortic, 212 :675–676
92. Hamalainen , B. and T. Sunden. 1989. Botanical and chemical characterization of peat using strawberry. Inter. J. of Agric. And Crop. Sci. 5(3): 200-206

93. Hosseini, DK. and SH.Shariatmadar. 1994.Identification of anthocyanins of Crocus sativus petals. Iranian Institute of Science and Technology Reports, Khorasan Center.
94. Hosseini, M.; Sadeghi, B. and Aghamiri, S.2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Hort. 650,207–209.
95. Husaini, A.; Bhat, M.A.; Kamili, A., and Mir, M.A. 2013. Kashmiri Saffron in Crisis. Article in Current Sciences, 104(2):323-33.
96. Husaini, AM.; Hassan, B.; Ghani, MY.; Teixeira, JA. and Kirmani, NA . 2010. Saffron (*crocus sativus* L.) kashmirianus cultivation in kashmir: practices and problems. Functional Plant Science and Biotechnology,.4(2): 108-114
97. Hussey, G. 1975. Totipotency in tissue explants and callus of some members of , Journal of the Liliaceae, Iridaceae, and Amaryllidaceae .Experimental Botany, 26: 253-262.
98. Ichihashi, S. and Kato ,S. 1986. Clonal propagation of Iris kempferi by means of flower organ culture. Bull. Aichi Univ. Education,35:135-143
99. Ilahi, I.; Jabeen, M. and Firdous, N. 1987. Morphogenesis with saffron tissue culture. J. Plant Physiol. 128:227-2232.
100. Islam, M. A., Kloppstech, K. and Jacobsen, H. J. 2004. Efficient procedure for in vitro micropropagation induction in curcuma longa L. a medicinal plant of tropical Asia. Plant Tissue Cult., 14(2): 123-134.
101. Isao, K. and Ikuyo, K-H. (1999). Flavonols from saffron flowers, tyrosinase activity and inhibition mechanism. J Agric Food Chem. 47:4121–4125.
102. ISO 3632–2 Technical Specification .2014. Saffron (*Crocus sativus* L.), Part 2 (test methods). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
103. ISO Technical Specifications 3632-1/2, 2003. Saffron (*Crocus sativus* L.). Part 1: Specifications and Part 2: Test methods. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
104. Jahan, M. and Jahani,M. 2007. The Effects of Chemical and Organic Fertilizers on Saffron Flowering. Acta Hortic. 15(2): 1-9.
105. Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron (*Crocus sativus* L.), Production and Processing. Center of Excellence for Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran P.276.
106. Kamalipour M, Akhondzadeh S. 2011. Cardiovascular Effects of Saffron: An Evidence-Based Review. J Teh Univ Heart Ctr,6(2):59-61.
107. Kamo, K.; Chen , J. and Lawson, R. 1990. The establishment of cell suspension cultures of Gladiolus that regenerate plants. In vitro Cell Dev. Biol. Plant, 26: 425-430.
108. Kanakis, C.D., P.A.Tarantilis and H.A. Tajmir-Riahi.2006. Antioxidant Saffron Constituents Bind DNA and tRNA. Acta Hort. 850:217-222.
109. Karaoglu ,C.; Cocu ,S. and Ipek, A. 2007. Parmaksiz I, Uranbey S, Sarihan E, In vitro micropropagation of saffron. Acta Hortic 739:223-227.
110. Karra, Y.; M. Boujghagh, M. A. Serghini and M. Lage. 2017. Effect of planting density on productivity of saffron corms. Acta Hortic. 1184, 119-124.

111. Karthiresan, C and Venkatesha,J. 2002. Effect of biofertilizers with the levels of N and P on gladiolus. Floriculture research trend in India. Proceedings of National Symposium on Indian Floriculture in the New Millennium. Bangalore,8:118−121

112. Kaushal, S .K. and Upadhyay, R.G. 2002. Studies on variation in corm size and its effect on cormel production and flowering in *Crocus sativus* L. under mid hill conditions of H.P. Res Crops 3(1):126-128.

113. Khan, A.M., Nasser, S., Nagoo, S, and Nehvi, F.A. 2011.Behaviour of Saffron (*Crocus Sativus* L.) Corms for Daughter Corm Production .Journal of Phytology ,3(7):47-49.

114. Khozaei, M.; Kamgarhaghighi, A.; Sepaskhah,A. and Karimian,N.A. 2015. The effect of 10-year continuous saffron cultivation on physical and chemical properties of soil. Iran Agricultural Research, 34(1) 46-55.

115. Kiran, D.; Madhu,S.; Markandey, S.and Paramvir, SA. 2011. In vitro cormlet production and growth evaluation under greenhouse conditions in saffron (*Crocus sativus* L.) - A commercially important crop. Life Sci., 11(1):1-6.

116. Kirmani ,N. 2010. Tenderization of integrated nutrient management for saffron . Horticulture mini mission council for agriculture research (ICAR),India,101pp

117. Kirmani,N.A., J. A. Sofi,J.A, Ansar-ul-Haq,S. 2014. Sustainable Saffron Production as Influenced by Integrated Nitrogen Management in Typic Hapludalfs of NW Himalayas. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 45(5): 653-668.

118. Koocheki, A.; Behdani. M.A. and Nassiri, M., L. 2006. Agronomic attributes of saffron yield at agro ecosystems scale in Iran. Journal of Applied Horticulture, 8(2): 121–124.

119. Koocheki, A.; Ganjeali, A. and Abbassi, F. 2007. The effect of duration of incubation and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*crocus sativus* L.). Acta Hortic. 739, 61-70

120. Koocheki, A.; Behdani. M.A. and Nassiri, M., L. 2006. Agronomic attributes of saffron yield at agro ecosystems scale in Iran. Journal of Applied Horticulture, 8(2): 121–124.

121. Koocheki, A.; Ganjeali, A. and Abbassi, F. 2007. The effect of duration of incubation and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*crocus sativus* L.). Acta Hortic. 739, 61-70.

122. Koocheki , A. and Teimouri,M.S. 2012. Effect of Age of Farm, Corm Size and Manure Fertilizer on Morphological Criteria of Saffron (*Crocus sativus* L.) under Mashhad , Saffron Biology Technology and Trade. 8(3):334-341.

123. Koocheki, A. and Seyyedi ,SM. 2015.Relationship between nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by mother corm size and fertilization. Industrial Crops and Products,71:128-138.

124. Koocheki, A., Seyyedi,SM. and Jamshid Eyni,M. 2014. Irrigation levels and dense planting affect flower yield and phosphorus concentration of saffron corms under semi-arid region of Mashhad, Northeast Iran. Scientia Horticulturae 180:147-155

125. Koocheki, A and Seyyedi, S. M. 2016a. Effects of Corm Size , Organic Fertilizers Foliar Application on Nitrogen and Phosphorus Uptake of Saffron (*Crocus sativus*). Industrial Crops and Products.Not Sci Biol.8(4):461-467.
126. Koocheki, A. and seyyedi, S.M. 2016b. Effects of Corm Size, Organic Fertilizers FE-EDTA and ZN-EDTA Foliar Application on Nitrogen and Phosphorus Uptake of Saffron (*Crocus sativus* L.) In Calcareous soil under green house condtion . Not Sci Biol, 8(4):461-467.
127. Kumar, R and Sharma, OC .2017. Saffron (*Crocus sativus* L.) growth and yield as influenced by organic farming practices. Journal of Agriculture and Ecology, 4: 25-32
128. Kumar, R.; Ahmed, N.; Kumar, D.; Lal ,S and Salmani, M.M. 2013. Intensive production tecnology in saffron for higher productivity. Central Institute of Temperate Horticulture, Srinagar, J&K,55(32):9006-9016.
129. Kumar, R.; Singh, V.; Devi, K.; Sharma, M.; Singh, M.K. and Ahuja, P.S. 2009.State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: a comprehensive review. Food Rev, Int, 25: 44–85.
130. Lashay ,A.; Sadough ,G.; Ashrafi ,E.; Lashay .M.; Movassat ,M. and Akhondzadeh,S.2016 . Hort-term outcomes of saffron supplementation in patients with age-related macular degeneration: a double-blind, Placebo-controlled, Randomized Trial ed Hypothesis Discov Innov Ophthalmol. Medical hypothesis discovery and innovation in ophthalmology.5(1):32-38
131. Le Nard, M. and De Hertogh,A.A. 1993. Plant Breeding and Genetics. In: The physiology of flower bulbs. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, London. 23: 29-44.
132. Lemaire, F. 1990. The Problem of The Biostability in Organic Substrates. Acta Hortic. 450, 63-70
133. LeNard, M. and Hertogh, A.A. 2002 .Need for flower bulbs (geophtes). Acta Horticulture,570(na),121-127.
134. Liakopoulou-Kyriakides, M.and Kyriakidis,D.A. 2007. Croscus sativus-biological active constitutents. Stud.Nat.Prod.Chem.,26:293-312
135. Lopez-Corcoles, H.; Brasa-Ramos,A.; Montero-García,F.; Valverde,M.R. and Montero-Riquelme,F.2015. Phenological Growth stages of saffron Plant (*Crocus sativus* L.) according to the BBCH Scale. Spanish Journal of Agricultural Research. 13(3):1-7.
136. Loskutov A. V.; Beninger C. W.; Ball T. M.; Hosfield G. L.; Nair M. and Sink K. C. 1999. Optimization of in vitro coSnditions for stigma-likestructure production from half-ovary explants of *Crocus sativus* L., In vitro Cell. Dev. Biol. Plant, 35, 200-205.
137. Maggi, L.; Carmona, M.; Zalacain, A; Kanakis, CD.; Anastasaki, E.; Tarantilis, PA and Alonso, GL . 2010. Changes in saffron volatile profile according to its storage time. Food Res Int, 43:1329–1334.
138. Maggio, A.; Raimondi,G.; Martino, A. and De Pascale, S. 2006. Soilless cultivation of saffron in Mediterranean environment. Acta Horticulturae ,718(60): 515–520.

139. Majourhat, K., Fernandez, JA., Martinez-Gomez, P. and Piqueras, A. 2007. Enhanced plantlet regeneration from cultured meristems in sprouting buds of saffron corms. Acta Hortic., 739(8):275-278.
140. Maloupa, E.; Mitsios, I.; Martinez, PF. and Bladenopoulou, S. 1992. Study of substrate use in Gerbera soilless culture grown in plastic greenhouses. Acta Hort ,323:139–144.
141. Mannino, S. and Amelotti, G. 1977. Determination of the optimum humidity for storage of saffron. Riv. Soc. Ital. Sci. Aliment. 6, 95-98.
142. Markoska, V.; Spalevic, V.; Lisichkov, K.;Atkovska, K.; Gulaboski, R. 2018. Determination of water retention characteristics of perlite and peat. Agriculture and Forestry, 64 (3): 113-126.
143. Mashayekhi, K.;Kamka, B. and soltani, A. 2007.Relationship between corm weight and total flower and leaf number in saffron. Acta hortic, 10, 737-739.
144. Mathew, B. 1982. The Crocus. A revision of the genus Crocus (Iridaceae). Batsford, B.T. Ltd., London,127.
145. Mayhew, L. 2004. Humic substances in biological agricultural systems. Acres 34(1&2)
146. McGimpsey, J.; Douslas,M. and Wallace,A..1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand . N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 25: 159-168.
147. Memon, N.; Qasim, M.; Jaskani, MJ. and Ahmad, R . 2010. In vitro cormel production of gladiolus Pak. J. Agri. Sci. 47:115-123
148. Milyaeva, EL.; Azizbekovas, N.Sh.; Komarova, EN.; Akhundova, DD.(1995). In vitro formation of regenerant corms of saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Russ. J. Plant Physiol. 42:112- 119.
149. Mir, J. I.; Ahmed, N. ; Wajida, Sh.; Rizwan, R.; Mudasir, H. K.; Sheikh, M. A. ; Uzma, N.; Shah,A.; Zaffar,S and Rather,I. 2014. In vitro development and regeneration of microcorms in saffron (*Crocus sativus* L). African Journal of Biotechnology, 13(26):2637-2640,
150. Mir, J.I.; Ahmed,. N; Wani, SH.; Rashid, R.; Mir, H.; Sheikh, MA. 2010. In vitro development of micro corms and stigma like structures in saffron (*Crocus sativus* L.). PhysiolMol Biol Plants. 16(4):369–373.
151. Mitchell, W. 2003. A novel surface sterilization method for reducing fungal and bacterial contamination of field grown medicinal explants intended for *in vitro* culture. Plant Medicine in Practice. St. Louis, Elsevier,p.1-8
152. Mohammad, M., Amiri, M.E. and Sharghil, Y. 2012. Respond of saffron (*Crocus sativus* L.) to animal manure application. Journal of Medicinal Plants Research ,6,(7): 1323-1326.
153. Molina, R.V., García-Luis's, A., Coll's, V., Ferrer's, C. 2004.Flower formation in the saffron *crocus* (*Crocus sativus* L). The role of temperature. Acta Horticulturae, 650(2):39-47
154. Molina, R.V.; Valero, M.; Navarro, Y.; Garcia-Luis, A. and Guardiola, J.L. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae. ,103(3): 361-379.

155. Mollafilabi, A. 2004. Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Hort. 650: 195-200.
156. Mollafilabi, A., Koocheki,A. , Moeinerad, H., Kooshki,L..2013. Effect of plant density and weight of corm on yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) under soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation. Acta Hortic. 997: 51–58.
157. Morimoto, S. 1994. Post harvest degradation of carotenoid glucose ester in saffron. Plant med. 60: 738-440.
158. Mortazavi,S.M.; Kamali , M.; Safi,S.M. and Salehi ,R. 2012. Saffron Petals, By-Product for Dyeing of Wool Fibers. Prog. Color Colorants Coat, 5: 75-84.
159. Murashige, T. and Skoog, F. A. 1962 revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture, Physiol. Plant, 15: 473-479 .
160. Mzabri,I.; Legsayer, M.; Chetouani, M. ; Aamar, A.; Kouddane, N., Boukroute, A.; Bekkouch , I. and Berrichi, A. 2017. Saffron (*Crocus sativus* L.) yield parameter assessment of abiotic stressed corms stored in low temperature. Journal of Materials and Environmental Sciences ,8 (10), 3588-3597.
161. Naghdibadi, H.A.; omidi H.; golzad A.; torabi H. and fotoukian M.H. 2011. Change in crocin, safranal and picrocrocin content and agronomical characters of saffron (*crocus sativus* L.) Under biological and chemical of phosphorous fertilizers .Journal of medicinal plants , 10 (40) :58- 68.
162. Nair,S.C.;Kurumboor,S.K. and Hasegawa,J.H.1995.Saffron chemoprevention in biology and medicine: a review. Cancer Biother., 10: 257-264.
163. Negbi, M.; Dagan,B.; Dror,A.; and Basker,D .1989. Growth, flowering, vegetative reproduction and dormancy in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Journal of Botany,38: 95–113.
164. Negbi, M. 1990. Physiological research on the Saffron Crocus (*Crocus sativus*), in: Tammaro F., Marra L. (Eds.), Lo zafferano, Proceedings of the international conference on saffron (Crocus sativus L.). L'Aquila (Italy), 1:27-29.
165. Nehvi, F.A. ; Lone, AA.; Khan, MA. and. Maqhdoomi, MI.2010. Comparative Study on Effect of Nutrient Management on Growth and Yield of Saffron under Temperate Conditions of Kashmir . Acta Hortic., 850 (27):171-174.
166. Olmos E, Hernández J A, Sevilla F & Hellín E (1994) Induction of several antioxidant enzymes in the selection of a salt-tolerant cell line.
167. Olympios, C.M. 1999. Overview of soilless culture: advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean countries. Cahiers Options Méditerraéennes ,31:307-324.
168. Omidbaigi, R.; Betti,G.; Sadeghi, B. and Ramezani A,. 2002. Influnce of the blub weight on the productivity of saffron (*Crocus sativus* L.) Result of cultivation expermint in Khorosan (Iran). J. Med Spice Plants 7(1):38-40.
169. Omidbaigi, R. 2005. Effects of corm weight on quality of Saffron (*Crocus sativus* L.), Nat. Prod. Radinace, 4: 193-194.
170. Omidi, H.; Naghdi Badi, H.; Golzad, A.; Torabi, H.; and Footoukian, M. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitive and

quantitative of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal Of Medicinal Plants, 2(30): 98-109.

171. Ordoudi, SA. and Tsimidou, MZ. 2004. Saffron quality: effect of agricultural practices, processing and storage. In: Dris R, Jain SM (eds) Production practices and quality assessment of food crops, Springer, Dordrecht, 1:209–260.
172. Ortega, H.C.; Miranda, R.P.; Negrete, L.R., Hernández, J.M., Ríos, M.M., Villanueva, A.C. and Abdullaev, F.I. 2004. Chemical Composition of Saffron (*Crocus sativus* L.) from Four Countries. Acta Hortuculture. 650: 321-326.
173. Özel, A. and Erden, K. 2005. Determine of yield and some plant characters of Turkey and Iranian type of Saffron (*Crocus sativus* L.) under the Harran Plain conditions., Harran University, Şanlıurfa, Turkey, 21-23,.
174. Özel, C.A.; Khawar, K.M.; Mirici, S.; Ozcan, S. and Arslan, O. 2006. Factors affecting *in vitro* Plant Regeneration of critically endangered turkish Plant Centaurea tchihatcheffii Fisch et. Mey. Naturwissenschaften, 93:511-517.
175. Özel,A.;Erden,K. and Demirbilek, T. 2017. determination of optimum corm size for saffron (*crocus sativus* L.) and corm yield under the harran plain conditions. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 12, 7:236-240.
176. Pandy, DP. and Srivastava, RP. 1979. A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. Progressive Horticulture, 23, 89- 92.
177. Parray,J. ; Kamili,A.; Hamid, R.and Amjad., M.,Husaini, A. 2012. In vitro cormlet production of saffron (*Crocus sativus* L.) Kashmirianus and their flowering response under greenhouse. GM crops & food ,3(4):289-95.
178. Piqueras A. and Fernandez J.A. 2004. Phase change from dormancy to continuous shoot proliferation in cultured meristems of saffron corm. *In Vitro* Cellular & Develop. Biol.m 40:74-78.
179. Plessner, O; Negbi, M.; Ziv, M. and Basker, D. 1990. *In vitro* corm production in saffron *crocus sativus* L. Plant Cell Tiss.Org. Cult., 10:89-94.
180. Rabani-Foroutagheh ,M.; Hamidoghli,Y. and Mohajeri,S,A. 2013. Effect of split foliar fertilisation on the quality and quantity ofactive constituents in saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture,94(9): 1872-1878
181. Raina, L.; Agarwal,G.; Bhatia,K. and Gaur,S. 1996. Changes in Pigments and Volatiles of Saffron (*Crocus sativus* L) During Processing and Storage. Journal of the science of food and agriculture, 71(1): 27 – 32.
182. Rajabpoor S.; Azghandi A. V. and Saboora A., 2007.Effects of different concentrations of 2,4-D and BAP on somatic embryogenesis Induction in saffron (*Crocus sativus* L.), Pak. J. Biol. Sci., 10(21): 3927-3930 .
183. Rangahau, M.K. 2003. Growing Saffron - The world s' most expensive spice. Crop and Food Research, 20: 1-4.
184. Rees, A. R. 1988. Saffron-an expensive plant product. Plantsman, 9(4): 210-217.
185. Rees,A.R. 1992.Ornamental Bulbs, Corms and Tubers.CAB , International, Wallingford ,P220.

186. Renau-Morata, B.; Moya, L.; Nebauer, S.; SeguiSimarro,G., Para-Vega, V., Gomez, M. D. and Molina, R. V. 2013. The use of corms produced under storage at low temperatures as a source of explants for the *in vitro* propagation of saffron reduces contamination levels and increases multiplication rates, Ind. Crop Prod., 46, 97-104.

187. Renau-Morata, B.; Nebauer,SG., Sánchez,M. and Molina,R.V. 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Ind. Crops Prod. 39: 40–46.

188. Rezaian, S. and Forouhar,M. 2004. The effect of N fertilizers (Urea, sulfur coated urea with manure on the saffron yield. Acta Hort, 650 (21):201-205.

189. Rezaian, S. and Paseban,M. 2005. The Effect of Micronutrients and Manure Fertilizers on the Quantity and Quality of Khorasan Saffron, Scientific Research Member of Agricultural Research & Natural Resources.

190. Rezvani, M. P.; Khorramdel S; Amin Ghafori, A and Shabahang, J .2013. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density. J Saffron Res, 1(1):13-26.

191. Rios, J.L.; Giner, R.M. and Manez, S. 1996. Anupdate review of saffron and its active constituents. Phytotherapy Res. 10:189-193.

192. Rukšans, J. 2010.Crocuses: A Complete Guide to the Genus, 1st ed.; Timber Press Inc.: Portland, OR, USA, pp. 288.

193. Sabet-Teimouri, M.; Kafi, M.; Avarseji, Z. and Orooji,K. .2013. Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus*L.) in greenhouse conditions. Journal of Agroecology, 2:323-334.

194. Sadeghi, B.1994. Effect of corm weight on saffron flowering. Scientific and Industrial ResearchOrganization of Khorasan, Mashhad, Iran,18-26.

195. Sampathu, S.R., Shivashankar, S., Lewis, Y.S., 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.): cultivation, processing, chemistry and standardization. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 20 (2), 123–157.

196. Sanchez, AM.; Carmona, M.; Prodanov, M. and Alonso, GL. 2008. Effect of centrifugal ultrafiltration on the composition of aqueous extracts of saffron spice (*Crocus sativus* L.). Agric Food Chem, 56:7293–7301

197. Sanghamitra, N. 2000. In vitro multiplication and microrhizome induction in Salisb. Plant Growth Regul, 32: 41–47.

198. Satapathy, SP.; Toppo,R.; Dishri,M and Mohanty,C. 2016. Impact of integrated nutrient management (INM) on flowering and corm production in gladiolus. Biometrics & Biostatistics International Journal, 4 (7) 296-298.

199. Savvas, G.; Gianquinto, Y.;Tuzel, N.; Gruda.G. 2013.Soilless culture Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops, Principles for Mediterranean Climate Areas, 217, FAO Plant Production and Protection Paper ,. 303-354.

200. Sereshti, H.; Ataolahi, S.; Ghazaleh, A. ;Zerra, S and Poursourkh,Z. 2018. Evaluation of storage time effect on saffron chemical profile using gas

chromatography and spectrophotometry techniques coupled with chemometrics. J Food Sci Technol, 55(4): 1350–1359.

201. Shah, SH.; Rasmus, H. and Matther, FM. 2017. Response of chlorophyll, carotenoid and SPAD-502 measurement to salinity and nutrient stress in wheay (Triticum aestivum L.). J. Agron. 7(61): 1- 21.
202. Shahandeh , H. 1990. Evaluation of chemo-physical characteristics of soil due to saffron yield at Gonabad. Khorasan park of science and industrial research.
203. Shankar, L.; Lakhwat, SS.and Choudhary, MK. 2010. Effect of organic manures and bio-fertilizers on growth, flowering and bulb production in tuberose. Ind. J Hort, 67:554-556.
204. Sharifi, G. and Ebrahimzadeh, H. 2010. Interaction of IBA and NAA with enzymes in root induction of (*Crocus sativus* L), Afr. Biotechnol., 9(2), 217-225 .
205. Sharma, KD.; Rathour, R.; Sharma, R.; Goel, S.; Sharma, TR. and Singh, BM. 2008.In vitro cormlet development in *Crocus sativus*. Biol Plant 52:709-712.
206. Sharma, KD. and Piqueras, A. 2010.Saffron (*Crocus sativus* L.) tissue culture micropropagation and secondary metabolite production. Funct Plant Sci Biotechnol. 4:15–24.
207. Sharma, M.; Kaul, S. and Dhar, MK. 2019.Transcript profling of carotenoid/apocarotenoid biosynthesis genes during corm development of safron (*Crocus sativus* L.). Protoplasma, 256(1):249–260.
208. Shoyama, Y. (2002). Study on stability of red color component, crocin. The san-Ei gen foundation for food. Chemical. Research reports, no.8
209. Shylla, B.; Sharma, A. and Thakur, M., Handa, A. 2018. Perlite: An Effective Soilless Substrate for Producing Strawberry Plants Free from Nematode Transmitted Viruses. The International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7:2319-7706.
210. Singh, M. and Guleria, M., 2013. Influence of harvesting stage and inorganic and organic fertilizers on yield and oil composition of rosemary (Rosmarinus officinalis L.) in a semi-arid tropical climate. Ind. Crop Prod. 42, 37–40.
211. Singletary, K. 2020. Potential Health Benefits. Food Science. 55, (6),294-303.
212. Skinner, M.;Bruce, L. P. and Arash, G. 2017. Saffron Production: Life Cycle of Saffron (*Crocus sativus*). University of Vermont, North American Center for Saffron Research and Development, 2 p.
213. Sorooshzadeh ,A. and Tabibzadeh, Z.2015. Effect of copper in hydroponic solution on leaves roots of saffron (*Crocus sativus* L.).Acta Horticulturae ,1062(10): 83-88.
214. Souret ,F.F. and Weathers, S.P. 2000. The Growth of Saffron (*Crocus sativus* L.) in Aeroponics and Hydroponics. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 7 (3), 25-35.
215. Sreelatha, U.;Nair, R. S. And Rajmohan, K. 1998. Factors affecting Somatic Organogenesis from Leaf Explants of Anthurium Species, Journal of Ornamental Horticulture,1(2):48-54.

216. Srivastava, R. and Govil, M 2005. Influence of biofertilizers on growth and flowering in gladiolus cv. American beauty. Icesc; ISHS Acta Horticulture 742: International Conference and Exhibition on Soil less Culture (ICESC).

217. Sultana, S., Khan, F.N. , Farid, A.T.M., Mollah, M.S. and. Haque, M.A. 2005.Nutrient management for gladiolus. Bangladesh J. gric.and Environ., 1(2): 7-12.

218. Tammaro F. 1999. Saffron (*Crocus sativus* L.) in Italy, in. Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 53–62.

219. Temperini,O; Rea, R., Temperini , A.; Colla,C and Rouphae,Y.2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Journal of Food, Agriculture & Environment , 7 (1) : 19-23.

220. Thrope, T. 1981. Plant tissue culture :method and application in agriculture, New York, Academic Press.

221. Thrope, T. 1981. Plant tissue culture :method and application in

222. agriculture, New York, Academic Press.

223. Titov, S.; Bhowmik,S.K.; Mandal,A.; Alam,M.S. and Udin, S.N. 2006. Control of phenolic compound secretion and effect of growth regulators for organ formation from Musa spp. cv. kanthali floral bud explants. Biochem. Biotechnol., 2: 97-104.

224. Tookalloo, M.R. ; Rashed Mohassel, M.H. and Mollafilabi, A. 2010. The effect of planting date, corm weight and gibberellin concentration on quantity and quality characteristics of saffron. Acta Hort. 850, 189–192.

225. Tribulato A. and Noto G. 2001. Forcing oriental and Asiatic lilies in soilless culture. Acta Horticulturae, 559:639–54.

226. Turhan, H.; Kahriman, F.; Egesel, C.O. and KemalGul, M. 2007. The effects of different growing media on flowering and corm formation of saffron (*Crocus sativus* L.). African Journal of Biotechnology , 6 (20),2328-2332.

227. Ulukan, A. 2008. Humic Acid Application into Field Crops Cultivation. Kahraman Maras Sutra Imen University. Journal of Science, 11, 119-128.

228. Unal, M. and Cavusoglu,A .2005. The effect of various nitrogen fertilizers on saffron (*Crocus sativus* L.) yiled. Kocaeli University, Arslanbey Vocational School, Kocaeli, **Turkey,** 18(2), 257-260.

229. Unlu, H.; Ozdamar, UH. And Karakurt, Y .2010. Influence of humic acid on the antioxidant compounds in pepper fruit. J Food Agric Environ, 8(4): 434–438

230. Vavilov N.I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants, The Cronica Botanica, Co., Waltham, Mass.

231. Verma, M.K.; Ahmad, A. and Verma, R.K. 2008. Influence of FYM, Corm Weight and Planning Density on Vegetative Propgation of Saffron. In : Nehvi FA, Wani,SA (Eds).Saffron Production in Jammu and Kashmir , Directorate of Exten-sion Education. SKUAST-K, India, pp 163-169

232. Wang, W. C. and Nguyen, H. T. 1990. A novel approach for efficient plant regeneration from long-term suspension culture of wheat. Plant Cell Rep., 8: 639- 642.

233. Winterhalter, P and Straubinger,M. 2000. Saffron: Renewed interest in an ancient spice. Food Review International, 16: 39-59.

234. Wu, SS.; Chen, LN.; Zhang, QX. and Lv, YM. 2012.Source and sink changes of lily bulb and the transportation role of the basal plate during the development of oriental hybrid lily "Sorbonne". J. Food Agric. Environ., 10 (2):213-219.

235. Wuebker, EF.; Mullen, RE., Koehler, K. 2001. Flooding and temprature effects on soybean germination. Crop Sci., 41: 1857-1861.

236. Yang, X.; Chen,X.; Fu, Y.; Luo, Q. ; Du, L; H. Qiu; H., Qiu,T.; Zhang ,L. and Meng,H. 2018. Comparative efficacy and safety of *Crocus sativus* L. for treating mild to moderate major depressive disorder in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. Neuropsychiatric Disease and Treatment , 14: 1297-1305.

237. Yasmin,S.; Nehvi,F.A. and Wani,S.W. 2013. Tissue culture as an alternative for commercial corm production in saffron: A heritage crop of Kashmir. African Journal of Biotechnology, 12(25): 3940-3946.

238. Yildirim, E. 2007. Development of in vitro micropropagation technique for Safforn (Crocus sativus L.). The degree of master of science in biology, Middle East Technical University, 76 pages.

239. Zakar, T.; Laczko-Dobos, H.;

240. Toth, TN. and Gombos, Z. 2016. Carotenoids assist in cyanobacterial photosystem II assembly and function. J. Plant Sci. 7(295): 1-7.

241. Zeybek, E.; Önde, S. and Kaya, Z. 2012. Improved *in vitro* micropropagation method with adventitious corms and roots for endangered saffron. Cent Eur J Biol. ,7(1):138–45.

Abstract

In this research, growth, and production of saffron plants were studied in three different agricultural systems: field agriculture, soilless agriculture, tissue agriculture.The field agriculture of saffron was carried out in Qara, Qalamoun province, Damascus countryside governorate, during four seasons 2016 -2019, in which two experiments were conducted as randomized complete block design (RCBD), the first one aimed to study the effect of six fertilization treatments as follow: - organic fertilizer 10 ton/ha, - urea 100 kg/ha, - urea 200 kg/ha, - mixture of the organic fertilizer with the previous two levels, - and control treatment in parameters of growth and productivity. Results showed that no significant differences in dry yield of stigma were observed between treatments of organic fertilizer alone, or its mixture with each of the two studied rates of urea, where it reached 1.63, 1.65 and 1.75 kg/donum, respectively. The dry yield of stigma increased with seasons advancement and reached 0.184, 0.46, 1.04 and 2.97 $\mathrm{kg}/donoum$ for the first to the fourth season, respectively. No significant differences in rate of multiplication were observed between the treatments of organic fertilizer alone, or its mixture with the two levels of urea 100 and 200 kg/ha. The rate of multiplication and total weight of corms increased with seasons advancement.

The second field experiment aimed to study the effect of the different weight groups of corms (1-4, >4-8, >8-12 g)on the saffron production of dry stigma and corms. The results of the interaction between seasons and corms weight highlight the development yields of flowers, dried stigmas and corms in large and medium – sized corms with the advancement of seasons, noting delay of the small-sized corms in entering the production of dried stigma until the third year.

Soilless cultivation experiments were carried out in Abi – Jarash farm, Damascus, Syria, during 2018/2019 and 2019/2020 growing seasons, the first one included studying growth and production of corms weight groups (1-4, >4-8, >8-12 g) within deep flow technique (DFT). It has been noticed that all produced corms from all used weights were above 8 g even that were

produced from corms that weigh 1-4 g. While the experiment of studying the effect of type of growth substrate (peat moss and perlite and mixture of peat moss and perlite) declared that no significant differences were recorded between the three substrates in flowering growing indicators of flowers number and dry yield of stigma, whereas peat moss medium gave the smallest reproductive rate (2.67 corms/plant), and the highest average corm weight (6.72 g). For the third experiment, it aimed to comparing the effect of three different cultivation techniques: soilless cultivation, deep flow technique (DFT), and the technique of cultivation in substrates (mixture of peat moss- perlite), in addition to cultivation in soil. Flowering was poor in the Deep flow technique, cultivation in the soil achieved a significant increase in the rate of corms multiplication and the weight of corms produced from one plant.

For the experiments of tissue culture and assessment the content of stigma active substances, it was carried out in the laboratories of the general commission of biotechnology, during the period 2018 - 2020, within controlled conditions.

The results showed that the highest response of growth was in September and October (86.33%). The largest number of corms recorded in treatment Benzyl amino purine at a concentration of 4 mg / L + 0.1 mg/L from neftaine acetic acid, which were 2.25 corm/ explant. The highest content of crocine and picrocrocine was in organic treatments, alone, or mixed with urea at rates 100 and 200 kg/ha, as within experiments of measuring stigma quality.The quality of the stigma stored for more than two years declined in the experiment of studying the effect of stigma storage time.

Key words: saffron, organic fertilization, dry yield, corms, soilless cultivation, tissue cultural, active substances.

Syrian Arab Republic

Damascus university

Faculty of Agriculture Sciences

Factors affecting propagation and production of saffron plant *Crocus sativus* L.

A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Ph.D. Faculty of Agriculture Sciences - Department of Horticultural Sciences

By

Razan KHalil kasouha

Supervisors

supervisor — **Dr. Khalil Al-Maari**

Co-supervisor — **Dr. Rama Aziz**

2021/2020