تأثير إضافة الفحم وحمأة الصرف الصحي في نمو وإزهار وإنتاج الكورمات لنبات الفريزيا *Freesia hybrida*

رنا قاسم [*(1)] ومازن نصور [(2)] وسوسن هيفا [(3)]

(1). مديرية الخدمات الفنية باللاذقية، وزارة الإدارة المحلية والبيئة، اللاذقية، سورية.

(2). قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(3). قسم التربة وعلوم المياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة الباحثة: رنا قاسم، البريد الإلكتروني: ranakasem1@gmail.com)

تاريخ الاستلام:29 /2021/04 تاريخ القبول: 2021/10/3

الملخص

نفذت تجربة حقلية لدراسة تأثير إضافة مخلفات عضوية (الفحم الحيوي وحمأة الصرف الصحي المعالجة) في نمو و إزهار و معامل التكاثر لنبات الفريزيا *Freesia hybrida* المزروع في محافظة اللاذقية خلال الموسمين 2018–2019 و 2019–2020. شملت التجربة 5 معاملات: (T1: الشاهد بدون إضافة، T2: تسميد معدني(30:20:20) N.P.K غ/ م^2 + تسميد عضوي 2 كغ/ م^2، T3: إضافة الفحم بمعدل 2 كغ/ م^2، T4: إضافة حمأة الصرف الصحي المعالجة بمعدل 2,5 كغ/ م^2 ،T5: إضافة الفحم (2 كغ/ م^2) + حمأة الصرف الصحي (1,25 كغ/ م^2). حققت المعاملة T4 نتائج متقاربة مع معاملة المزارع T2، لم تسجل فروق معنوية بينهما ولمعظم مؤشرات النمو الخضري المدروسة (طول النبات، عدد الأوراق، مساحة المسطح الورقي وتركيز الكلوروفيل الكلي في الأوراق). كما لم تسجل أية فروق معنوية بين المعاملتين T2 وT5 ولجميع المواصفات النوعية الخاصة بالشماريخ الزهرية (عدد الشماريخ الزهرية على النبات، عدد الأزهار على الشمراخ، وطول الشمراخ الزهري وثخانة قاعدته، وارتفاع الزهرة)، في حين كان الإزهار أبكر في المعاملتين T4 وT5 مع فترة إزهار أطول مقارنةً بالمعاملة T2. كما أظهرت النتائج تفوق جميع معاملات التسميد على معاملة الشاهد ولجميع مؤشرات النمو الخضري والزهري المدروسة. أعطت المعاملة T5 أعلى نسبة من الكوريمات التي يتجاوز قطرها 1سم (50,26%) متفوقة معنوياً على جميع المعاملات الأخرى.

الكلمات المفتاحية: الفريزيا، حمأة الصرف الصحي ، الفحم الحيوي، نمو، إزهار، كورمات.

المقدمة:

تنتمي الفريزيا *Freesia hybrida* L. إلى العائلة السوسنية Iridaceae، ويتبع لها أكثر من 50 جنساً وموطنها الأصلي جنوب افريقيا. الفريزيا أبصال أحادية الفلقة معروفة كطراز مظهري (genotype) عشبي تزييني مزهر مزروع كنبات أحواض، أو كنبات تزييني داخلي، أو كنبات أصص، كما وتصنف من بين أزهار القطف العشرة الأوائل في العديد من

الأسواق العالمية حيث يتزايد الطلب عليها في الأسواق المحلية والعالمية تبعاً إلى المدى اللوني الواسع لأزهارها كالأبيض، الأصفر، اللافندر، البرتقالي، الأصفر الذهبي، الزهري، الأحمر والبنفسجي. تعد هولندا المنتج الأكبر للفريزيا بأكثر من 280 هكتاراً مخصصاً لزراعة هذه الزهرة.

تجود زراعة نبات الفريزيا في الترب الرملية جيدة الصرف، وفق pH يتراوح ما بين 6 و7,5 في موقع مشمس أو مظلل بشكل خفيف جداً (Ali *et al*., 2011; Ahmad *et al*., 2019; Altaee and Alsawaf., 2020). إنّ الهدف الرئيس لمعظم مزارعي الفريزيا تحقيق إنتاج زهري أكبر أو إنتاج مرتفع من الكورمات بنوعية جيدة. رغم تحديد معدلات التسميد المعدني للعناصر الكبرى NPK التي تلعب الدور الأكبر في إنتاج ناجح للفريزيا، لم تفهم إلى الآن المتطلبات الغذائية العامة لهذا النبات بشكل جيد (Li *et al*., 2019).

تلقت إضافة الأسمدة العضوية المختلفة اهتماماً متزايداً في العقدين المنصرمين بهدف وضع حد للاستعمالات العشوائية للأسمدة المعدنية واستبدالها جزئياً بأسمدة من مصادر عضوية متنوعة متوفرة محلياً وبكلفة متدنية مثل: روث الحيوانات، الأسمدة الخضراء، الأسمدة الحيوية وغيرها، كأسلوب متكامل لإنتاج مستديم وللتأكد من سلامة الإنسان والبيئة التي نعيش فيها؛ لكونها تساعد على تأمين تحرر بطيء للعناصر الغذائية وتحسن من خصوبة التربة وصفاتها الفيزيائية في الوقت ذاته (Khalil, 2006; Singh *et al*., 2014).

تعتبر حمأة مياه الصرف الصحي المعالجة (Treated Sewage Sludge) والفحم الحيوي (Biochar) من المخلفات العضوية التي شاع استخدامها في مجال الزراعة العضوية مؤخراً، وقد اقتصرت غالبية الدراسات التي تناولت استخدامها في مجال إنتاج نباتات الزينة عامة وأزهار القطف خاصةً على تجارب الأصص.

تعرف الحمأة بأنها مواد غنية بالكربون العضوي أنتجت خلال عملية معالجة المياه العادمة وتقدم مصدراً للمادة العضوية والآزوت والفوسفور وغيرها من العناصر الغذائية، وأمكن استخدامها في مجالات مختلفة فيما لو تمت معالجتها بشكل مناسب، كاستصلاح الأراضي، والعمليات الصناعية أو تجديد الطاقة أو بصورة مركزة زراعياً لتحسين خصوبة الترب المتدهورة المزروعة بالمحاصيل في المنطقة المناخية الخاصة بحوض البحر الأبيض المتوسط (Antolı´n *et al*., 2010; Roig *et al*., 2012).

تؤدي إضافة الحمأة عموماً إلى زيادة النمو النباتي في تجارب الزراعات المكشوفة والمحمية لأنواع نباتية مختلفة. وقد حددت الأبحاث حدوداً ومعايير لإضافة الحمأة (Shanmugam and Abbott, 2015).

بينت نتائج التجربة على نبات الفريزيا *Freesia refracta* cv. Red Lion في مصر المزروع في أوساط نمو مختلفة (طين، رمل/ طين (1:1 حجم/حجم) ورمل/حمأة صرف صحي (3:1 حجم/حجم) مع مستويات مختلفة من المخصب العضوي الأكتوسول (0، 2.5، 5 سم^3/ ل)، أن الكورمات بقطر 1–2 سم والمزروعة في وسط رمل/ حمأة أعطت النمو الأفضل وزيادة في إنتاجية الكوريمات البنت المتكونة، بالإضافة إلى القطر والوزن الرطب للكورمات الجديدة مع زيادة بسيطة في محتواها من N و P (El-Sayed *et al*., 2012).

درس تأثير وسط الزراعة في النمو والإزهار والقيمة التزيينية لنبات المسكة *Pelargonium peltatum* cv. Maxime؛ حضر فيها الوسط من 4 أنواع كمبوست: (70% أو 35% من حمأة الصرف الصحي، 35% لب بطاطا، قش 30% أو

نشارة خشب 30%). استخدم في السنة الأولى من الدراسة كمبوست بعمر 7 أشهر واستخدم في السنة الثانية كمبوست بعمر سنة. أبدت النباتات النامية في وسط الكمبوست بعمر 7 أشهر نمواً أفضل وفقاً لمعايير النمو، وأنتجت شماريخ زهرية أكثر وكانت ذات قيمة تزيينة أعلى من تلك المزروعة في كمبوست بعمر سنة، وأعطى الوسط المكون من كمبوست (70% من الحمأة و30% من القش) أفضل النتائج. كما نتج عن إضافة الكمبوست زيادة محتوى أوراق النبات من العناصر المعدنية (Zawadzińska and Salachna, 2018).

أجريت دراسة أخرى لتقييم تأثير الأوساط المكونة من الكمبوست المنتج من حمأة الصرف الصحي والقش أو نشارة الخشب على نبات البنفسج (Viola × Wittrockiana Gams)؛ حضر الوسط باستخدام نوعين من الكمبوست: الأول من 70% حمأة صرف صحي و30% قش، والثاني من 70% حمأة صرف صحي مع 30% نشارة خشب الصنوبر. كما جهزت 6 أوساط من البيتموس مع الكمبوست بمعدلات 25 و50 و75%. كان الشاهد وسطاً من البيتموس ذو pH 5.8– 6. بينت النتائج أن للكمبوست المكون من حمأة الصرف الصحي بمعدل 50% تأثير أكبر على إزهار البنفسج مقارنة بالنسبتين 25 و75%. وأدت زيادة كمية الكمبوست في الوسط إلى زيادة محتوى الأوراق من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت. كما كان محتواها من الفوسفور الكلي في نهاية موسم النمو ضمن حدوده المثالية؛ وكان محتوى نبات البنفسج من الآزوت الكلي والبوتاسيوم والكبريت في الموسم الثاني أعلى مقارنة مع محتوى نباتات البنفسج المزهرة المزروعة في الموسم الأول (Zawadzińska and Salachna, 2015).

تمت دراسة لتقييم أثر خلط حمأة الصرف الصحي مع تربة منجرفة an Eroded Soil (ES) تم جمعها من شمال شرق رومانيا كوسط لنمو نبات الحبق *Ocimum basilicum* L في البيت البلاستيكي تحت ظروف متحكم بها وفق 3 أوساط مختبرة: تربة منجرفة ES، خليط من التربة المنجرفة ES (15%) مع حمأة الصرف الصحي sewage sludge (SS) وES +SS (85%)، حمأة صرف صحي 100%. كان محتوى الأوراق من الكلوروفيل والكاروتينويدات أعلى في النباتات النامية في كل من وسط الحمأة ووسط الحمأة مع التربة مقارنة بالنباتات النامية في التربة المنجرفة لوحدها ES. كما ازداد طول النباتات ووزنها الرطب بمقدار 34,5 و44% في معاملة الحمأة والتربة مقارنة مع ES. أدت إضافة الحمأة SS إلى تحسين المؤشرات الموروفولوجية والفيزيولوجية لنبات الحبق (Burducea *et al*., 2019).

هناك العديد من الأبحاث التي تم فيها استخدام الحمأة في إنتاج نباتات الذرة والبرسيم المثبت للآزوت والبندورة والأوكاليبتوس والقمح والشعير وتأثيرها المفيد في حالات الجفاف ونتائجها الإيجابية في تحسين نمو النبات وإنتاجه كماً ونوعاً. (Önal *et al*., 2003; Antolín *et al*., 2010; Shahin *et al*., 2016).

يعد مصطلح Biochar حديثاً نسبياً، ومع ذلك فإن الفحم بشكل أو بآخر قد استخدم عبر التاريخ بشكل رئيسي كمحسن للتربة (Filiberto *et al*., 2013). يعرف الفحم بأنه مادة صلبة غنية بالكربون يتم إنتاجها بتسخين الكتلة في بيئة محدودة الأوكسجين بغية إضافتها إلى الترب ككربون مصادَر أو معزول (C) للحفاظ على وظائف التربة وتحسين خصائصها وقيمتها الحقلية على حد سواء، الأمر الذي جذبت إضافته اهتمام الباحثين حول العالم (Joseph *et al*., 2010). تختلف مواصفات الفحم تبعاً للعديد من العوامل، حيث تتراوح درجة الحموضة بين 6.2–9.9 تبعاً لاختلاف

مصادر الكتلة الحيوية تحت درجات التفحيم المختلفة (260–700)°م. لا يزود الفحم النبات بالمواد الغذائية الموجودة فيه مباشرة للمساعدة في إغناء حالة التربة الخصوبية (Shanmugam and Abbott, 2015)

نفذت تجربة لدراسة تأثير فحم خشب الصنوبر كمكون لوسط النمو لنبات ورد الأصص *Rosa rugosa* حيث نمت النباتات في خلطات مختلفة من بيتموس السفاغنوم (peat) والفحم: (100 بيتموس، 75% بيتموس + 25% فحم، 50% بيتموس + 50% فحم، 25% بيتموس + 75% فحم) حجم/ حجم. كان لإضافة 25 % فحم إلى الوسط احتمالية واعدة لنبات الورد عند مقارنتها مع الوسط 100% بيتموس ويمكن اعتماده بصورة اقتصادية بدون تأثيرات سلبية على إنتاجية أو نوعية نبات الورد فقد أعطت نفس نتائج التأثير في النمو وفعالية استخدام الماء ونوعية النبات التزيينية (عدد الأزهار و لون الورقة) مقارنة ببقية الخلطات، كما زادت تراكيز الكالسيوم والصوديوم في الأوراق والجذور وكذلك ازداد محتوى الجذور من المغنزيوم بزيادة النسبة المئوية للفحم في الوسط في حين حدث اتجاه معاكس لتراكيز الفوسفور والبوتاسيوم (Fascella *et al.*, 2017).

في دراسة لاختبار إمكانية استخدام وسط من الفحم المصنع من البقايا الخضراء Biochar green waste (BOW) كبديل عن بعض أو كل أوساط البيتموس القياسية أو الأصلية Original Peat Substrate (OPS) والمستخدمة في زراعة النبات التزييني *Calathea rotundifola* cv. Fasciata. نفذت الدراسة باستخدام 3 خلطات مختلفة: OP (100%)، BGW (100%) وOP+ BGW (50%+ 50%). قلل BOW من تفكك الوسط في نهاية تجربة 6 شهور، وكان نمو النبات أعظمياً في الخليط الثالث، فقد زادت الكتلة الكلية بمقدار 22% في الوسط OP + BGW مقارنة مع استخدام البيتموس لوحده. أشارت النتائج إلى أنه بالإضافة إلى التقليل من النفايات الخضراء فإن الفحم يولد منتجاً يمكن استخدامه كبديل جزئي للخث أو البيتموس في زراعة نبات *C. rotundifola cv. Fasciata* ويمكن أن يقلل من تحلل الوسط فيطيل فترة استخدامه (Tian *et al.*, 2012).

في دراسة على نوعين من نبات اللافندر المزروع *Lavandula angustifolia* و*L. dentate* والمنامة في وسط أساسه البيتموس تم تسميده بمعدلات: 0%، 25%، 50%، أو75% (بالحجم) من فحم خشب الصنوبر. تمت التوصية بناء على هذه التجربة بتبني الوسط الأساسي من البيتموس والمسمد بـ 25% فحم من خشب الصنوبر واعتماده كنظام إنتاج بديل لزراعة اللافندر المزروع في أصص مع عدم وجود تأثيرات سلبية في نمو النباتات أو نوعيتها تزيينياً (عدد الأوراق، طول الجذور، الكتلة المنتجة وفعالية استخدام كتلة النبات للماء ومحتوى أعلى للأوراق من الكلوروفيل ومن العناصر الغذائية كالنترات والفوسفور والبوتاسيوم. أدت زيادة محتوى وسط النمو من الفحم إلى تحسين العديد من الخواص الفيزيائية والكيميائية مثل الناقلية الكهربائية EC، وpH والكثافة الحجمية والمسامية الكلية وكذلك إتاحة العناصر الغذائية (الفوسفور والكالسيوم والمغنزيوم)، وأثرت النسبة الأعلى من الفحم في الوسط بشكل سلبي في نمط النمو والمؤشرات الفيزيولوجية لنباتات الأصص تبعاً لشروط وسط النمو الأقل مثالية (Fascella *et al.*, 2020).

-أهمية البحث وأهدافه:

مع التوجه العالمي نحو الزراعة العضوية وتبعاً للأهمية العالمية لنباتات الزينة – ومنها نبات الفريزيا – كقطاع زراعي تحقق صادراته أرباحاً جيدة، حيث تتطلب هذه الزراعة إضافات من الأسمدة المعدنية لا تخضع للرقابة،

يأتي هذا البحث في إطار السعي إلى مواكبة الدراسات المحلية والعالمية عن الآثار البيئية والاقتصادية لإضافة مخلفات زراعية طبيعية وبشرية معاد تدويرها (الفحم الحيوي Biochar من بقايا تقليم الليمون وبعض الأشجار الحراجية وحمأة الصرف الصحي المعالجة) إلى الترب المزروعة بنباتات الزينة وتجربتها كبدائل مرضية لتزويد النباتات وبشكل خاص أزهار القطف بالعناصر الغذائية، لذلك هدف هذا البحث إلى:

– مقارنة استجابة أزهار القطف (نبات الفريزيا نموذجاً حساساً) عند زراعتها في تربة كلسية إلى معدلات ونماذج التسميد المختلفة المصدر والبحث عن إمكانية تبني الزراعة العضوية لتحقيق العائد الاقتصادي المتوقع منه.

مواد البحث وطرائقه:

– مكان تنفيذ البحث:

نفذ هذا البحث في منطقة عين البيضا الواقعة شمال محافظة اللاذقية بـ 25 كم وعلى ارتفاع 250 م عن سطح البحر، لموسمين زراعيين متتاليين (2018–2019) و(2019–2020). أجريت التحاليل المخبرية في جامعة تشرين، كلية الزراعة، قسم البساتين وقسم علوم التربة والمياه.

–المادة النباتية:

تمثلت المادة النباتية بكورمات نبات الفريزيا (*Freesia hybrida*) الصنف Yellow freesia old fashion النظيفة والخالية من أي ضرر ميكانيكي أو مرضي والمتجانسة بالحجم والشكل والوزن (متوسط قطرها 1,27 ± 0.1 سم ووزنها 1,05 غ ± 0,05)، يتميز هذا الصنف بلون أزهاره الصفراء ورائحته العطرية المميزة.

– طرائق البحث:

– تحضير تربة الموقع:

قسمت أرض التجربة إلى قطعتين تجريبيتين مستقلتين بحيث استخدم كل قطعة تجريبية في موسم زراعي مستقل. أجريت في الموسم الأول حراثة عميقة (40 سم) لتربة الموقع مرتين متتاليتين وبشكل متعامد، كما أزيلت جميع الحجارة من أرض الموقع، ثم خططت الأرض وقسمت إلى أحواض بأبعاد 3,30 * 1,05 م^2، بالإضافة إلى ممرات للخدمة بعرض 50 سم.

–تحليل التربة:

حللت تربة موقع التجربة قبل الزراعة في مخابر كلية الزراعة بجامعة تشرين حيث تم تقدير محتواها من العناصر المعدنية (N, P, K)، الكلس الفعال والمادة العضوية إضافة إلى درجة الحموضة والناقلية الكهربائية.

الجدول 1. نتائج تحليل عينات التربة لموقع التجربة

التحليل الميكانيكي %			pH	EC	OM	$CaCo_3$	كلس فعال	N كلي	P متاح	K متاح	Ca^{+2}	Mg^{+2}
رمل	سلت	طين		(ملموز/سم)	(%)				ppm			
21	33	46	8,15	0,91	2,75	46,25	20,8	0,17	6,82	238	2410	66,6

أظهرت نتائج تحليل التربة المستخدمة في الزراعة (الجدول، 1) أنها تربة طينية سلتية ذات درجة pH قلوية، قليلة الملوحة ذات سعة تبادل كاتيونية جيدة. محتواها متوسط من المادة العضوية ومرتفع من كربونات الكالسيوم والكلس الفعال، فقيرة بالآزوت وذات محتوى جيد بالبوتاسيوم والفوسفور والكالسيوم والمغنيزيوم.

أضيفت الأسمدة المعدنية والعضوية قبل أسبوع من الزراعة (سماد متخمر ومعقم من مخلفات الأبقار والأغنام مواصفاته مبينة في الجدول ،2) إلى القطع التجريبية وحسب الكميات المخصصة لكل قطعة تجريبية لمرة واحدة فقط، وتم توزيعها على كامل سطح القطعة المحددة بشكل متجانس ثم قلبت التربة على عمق 15–20 سم.

الجدول (2): المكونات الرئيسة للسماد العضوي المستخدم (حسب شركة AN NMER):

B	Fe	Zn	Mn	مواد غريبة	Na	P	N	K2o	C عضوي	OM	نسبة الرطوبة
	على شكل شيلات										
3%0.	%2	%6	%2	%5 >	% 0,5	%0,65	% 1,3	% 8	%18	% 42	% 8

–إضافة الحمأة: تم تأمين الحمأة من أماكن تجميعها في محطة المعالجة (محطة الرويمية)، وهي ذات pH حامضي خفيف، ومحتواها مرتفع من المادة العضوية وعنصري الآزوت والفوسفور وذات محتوى مرتفع جداً من البوتاسيوم (الجدول، 3). وضعت الحمأة على جانب الأرض المختارة للزراعة حيث تم نشرها جزئياً تحت أشعة الشمس لمدة أسبوعين، ثم أضيفت إلى القطع التجريبية بنفس طريقة إضافة السماد العضوي مع مرعاة عدم خلط أو نقل الطبقة السطحية من التربة فيما بين القطع التجريبية المختلفة.

الجدول (3): المواصفات الرئيسة لحمأة الصرف الصحي المستخدمة في التجربة:

%								EC (ملموز/سم)	pH
$CaCo_3$	Mg	Ca	K متاح	P متاح	كلي N	C	OM		
14,28	20,7	2,18	30,12	0,79	2,36	28,2	49,81	1,263	**6,2**

– إضافة الفحم الحيوي: أضيف الفحم الحيوي إلى التربة وفق معدل الإضافة المحدد بعد تكسيره و طحنه إلى مسحوق، مع مراعاة عدم خلط أو نقل الطبقة السطحية من التربة فيما بين القطع التجريبية المختلفة. إن الفحم المستخدم في التجربة ذو pH قلوي وناقليته الكهربائية منخفضة، كما أن محتواه من المادة العضوية مرتفع، الجدول (4).

الجدول (4): المواصفات والمكونات الرئيسة للفحم المستخدم في التجربة:

Mg %	%Ca	K متاح %	p متاح %	Nكلي %	%C	%OM	EC (ملموز/ سم)	pH
0,0190	1,3	0,18	0,14	0,19	46,29	8,12	0,11	**8,41**

– الزراعة:

زرعت كورمات نبات الفريزيا في أماكنها المخصصة بتاريخ 30 أيلول (لكلا الموسمين ولجميع المعاملات) بأبعاد 15 × 15سم وعلى عمق 3 سم، مع مراعاة زراعة نطاق حماية حول كل مكرر بمسافات الزراعة نفسها، بحيث لم تدخل النباتات المزروعة ضمن هذه النطاقات في القراءات المأخوذة.

– تصميم التجربة:

صممت التجربة وفق القطاعات الكاملة وتضمنت 5 معاملات (Ti) بواقع 3 مكررات لكل معاملة وبمعدل 50 نبات في كل مكرر ومساحة 3,5 م^2 للقطعة التجريبية الواحدة، كما يلي:

T1– شاهد: بدون تسميد

T2– معاملة المزارع: تسميد معدني N.P.K (30:20:20) غ/ م^2 + تسميد عضوي 2 كغ/ م^2.

T3– إضافة الفحم الحيوي بمعدل 2 كغ/ م^2.

T4- إضافة حمأة الصرف الصحي المعالجة بمعدل 2,5 كغ/ م^2.

T5- إضافة الفحم الحيوي + حمأة الصرف الصحي المعالجة بمعدل (2 كغ/ م^2 + 1,25 كغ/ م^2) على التوالي.

– عمليات الخدمة:

– الري: تم ري أرض التجربة بعد الزراعة مباشرة يدوياً (الري بالغمر)، بمعدل 25–30 ليتر للقطعة التجريبية الواحدة حسب عوامل الطقس وارتفاع درجات الحرارة وحاجة التربة، حتى دخول النبات في مرحلة اصفرار الأوراق وذبولها.

– العزيق: تم العزيق بشكل يدوي لإزالة الأعشاب الضارة كلّما دعت الحاجة إلى ذلك.

– تخزين الكورمات: خفف ري النباتات مباشرة بعد قطف النورات تدريجياً ليتوقف بعد 6 أسابيع من عملية القطف، ثم تركت الكورمات شهراً آخر في التربة ثم قلعت بحذر وتم وضعها في مكان ظليل جيد التهوية لتخزن حتى موعد الزراعة.

– القراءات والقياسات المأخوذة:

– دراسة المجموع الخضري:

أخذت القراءات على المجموع الخضري في بداية ظهور الشماريخ الزهرية، حيث تم تسجيل: طول النبات، عدد الأوراق المتشكلة على النبات، مساحة المسطح الورقي وفقاً لطريقة (Glozer, 2008) باستخدام برنامج Digimizer وذلك بوزن المجموع الخضري وأخذ عينة خضرية منه ثم حساب وزنها، ثم مساحتها عن طريق تصوير العينة وحساب مساحة المسطح الورقي للنبات من العلاقة التالية: مساحة المسطح الورقي= وزن المجموع الخضري* مساحة العينة الخضرية\ وزن العينة الخضرية.

– محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي باستخدام جهاز الطيف الضوئي سبيكترو فوتو ميتر ومذيب الأسيتون تركيز 80% وفق المعادلة التالية: Chl.a+ b= 6.45*OD $_{665}$ +17.72*OD $_{649}$ حيث أن OD: قراءة الجهاز عند طول الموجة المحدد. وتم حساب تركيز الصبغة في النسيج النباتي وفق المعادلة التالية: A=C* V\ 1000* P حيث A : تركيز الأصبغة في النسيج النباتي مقدراً بالـ مغ\ غ من الوزن الرطب؛ C: تركيز الأصبغة مقدراً بالمغ\ ليتر؛ أما V: فهو حجم مستخلص الأصبغة مقدراً بالـ مل، ويشير P إلى وزن النسيج النباتي مقدراً بالغرام (Tretiakov,1990).

-الوزن الرطب والجاف للأوراق والنسبة المئوية للمادة الجافة: بأخذ المجموع الخضري الكامل لـ 3 نباتات من الفريزيا بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة، وتم حساب الوزن الرطب ومن ثم حساب الوزن الجاف بعد التجفيف على درجة حرارة 80°م حتى ثبات الوزن ونسبة المادة الجافة وفق المعادلة: % المادة الجافة= (الوزن الجاف\ الوزن الرطب)* 100.

- تقدير محتوى المجموع الخضري من بعض العناصر المعدنية بطريقة كلداهل، الهضم الرطب لتقدير عنصر الآزوتN (Walsh and Beaton, 1973; Van Schouwenberg and Walinge, 1973) وبطريقة الهضم الجاف لتقدير بقية العناصر المعدنية (P, K, Ca, Mg) وفق طريقة (Isaac *et al*., 1975; Gupta, 2000).

– دراسة المجموع الزهري:

أخذت القراءات على المجموع الزهري بمعدل قراءة كل يومين اعتباراً من بداية ظهور الشماريخ الزهرية وحتى نهاية الإزهار حيث تم تسجيل بعض المؤشرات الخاصة بالإزهار: بداية ظهور الشماريخ الزهرية، بداية الإزهار (تتمثل بتفتح الزهرة الأولى على الشمراخ الزهري لـ 5 % من النباتات)، قمة الإزهار (عند إزهار 60% من النباتات)، نهاية الإزهار، فترة الإزهار الكلي.

سجلت الصفات النوعية للشماريخ الزهرية المتكونة على النبات: طول الشمراخ الزهري وثخانة قاعدته (أسفل الزهرة الأولى)، متوسط عدد الأزهار على الشمراخ الزهري، متوسط عدد الشماريخ الزهرية على النبات، الوزن الرطب والجاف ونسبة المادة الجافة للشماريخ الزهرية: بأخذ 9 شماريخ زهرية في مرحلة التفتح الكامل من كل معاملة من المعاملات المدروسة باتباع طريقة التجفيف على درجة حرارة 80°م حتى ثبات الوزن.

–دراسة معامل التكاثر:

تم قلع الكورمات بعد دخول النباتات في مرحلة السبات الكامل (جفاف المجموع الخضري بالكامل) وسجلت القراءات التالية: عدد الكوريمات الكلي، عدد الكوريمات الناتجة عن كل كورمة (معامل التكاثر)، تصنيف الكوريمات المتشكلة حسب أقطارها في 4 مجموعات: (المجموعة الأولى: الكوريمات التي أقطارها أكبر من 1 سم، المجموعة الثانية: كوريمات ذات أقطار بين 0,76–1 سم، المجموعة الثالثة: الكوريمات ذات الأقطار بين 0,51–0,75 سم، المجموعة الرابعة: ضمت الكوريمات التي أقطارها أصغر من 0,50 سم).

– التحليل الإحصائي:

تم التحليل الإحصائي للنتائج وللموسمين معاً باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS حيث تم إخضاع جميع المتوسطات لتحليل التباين ANOVA مع تحديد أقل فرق معنوي (LSD) لتقدير التباين بين المتوسطات عند درجة معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

– المجموع الخضري:

أظهرت القراءات الحقلية وجود فروق معنوية في المؤشرات الخضرية حسب المعاملات المدروسة (الجدول، 5). تفوقت المعاملات الثلاثة T2، T4، T5 في متوسط طول النبات على المعاملتين T1 وT3 (21,88، 21,78،23,03 سم على التوالي). كما تفوقت المعاملات المسمدة المدروسة (T2، T3، T4 وT5) من حيث متوسط عدد الأوراق مع عدم تسجيل فروق معنوية فيما بينها بواقع (8,86، 8,22،8,94، 8,92 ورقة) متفوقة على معاملة الشاهد T1 التي حققت المتوسط الأقل (7,94 ورقة). كما حققت المعاملات (T2، T4 وT5) أعلى مساحة مسطح ورقي بواقع (315,54، 309,10، 307,29 سم^2) على الترتيب، تلتها المعاملة T3 بمقدار (221,21سم^2) وتفوقت جميعها على معاملة الشاهد T1 التي سجلت أقل مساحة مسطح ورقي (196,43 سم^2).

الجدول(5) المؤشرات الخضرية لنبات الفريزيا وفقاً للمعاملات المدروسة

المعاملة	متوسط طول النبات (سم)	متوسط عدد الأوراق (ورقة)	مساحة المسطح الورقي ($سم^2$)	الكلوروفيل الكلي (مغ/غ)	الوزن الرطب (غ)	الوزن الجاف (غ)	% المادة الجافة
T1 شاهد	18,82 c	7,94 b	196,43 c	1,82 d	9,81 c	0,89 c	9,07 c
T2 مزارع	21,88 a	8,86 a	315,54 a	3,54 a	16,63 a	2,00 a	12,03 a
T3فحم	19,04 b	8,22 a	225,21 b	2,20 c	12,19 b	1,15 c	9,46 c
T4 حمأة	21,78 a	8,94 a	309,10 a	3,61 a	15,58 a	1,91 ab	12,29 a
T5 فحم وحمأة	23,03 a	8,92 a	307,29 a	2,69 b	14,65 a	1,56 b	10,65 b
LSD 5%	1,39	0,74	21,8	0,37	2,06	0,35	0,94
C.V %	6,9	4,9	8,6	4,4	6,95	7,20	7,41

تفوقت المعاملتان T2 وT4في محتوى الأوراق من الكلوروفيل على بقية المعاملات بواقع (3,54 و3,61 مغ/ غ)، كما تفوقت جميع المعاملات المدروسة على معاملة الشاهد T1 التي سجل فيها المحتوى الأقل من الكلوروفيل (1,82 مغ/ غ).

تفوقت المعاملات T2،T4 وT5 معنوياً على المعاملتين T1 و T3 في متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري (16,63، 15,58، 14,65غ على الترتيب) في حين لم تسجل فروق معنوية بين المعاملتينT2،T4 و بين المعاملتين T4 وT5 والتي تفوقت بدورها على بقية المعاملات المدروسة. كما حققت المعاملة T2 أفضل وزن جاف ونسبة مادة جافة (2,00غ و12,03%) لكن بدون فروق معنوية مع المعاملة T4 (1,91غ و12,29%).

تبين النتائج في الجدول (6)، الفروقات المعنوية الواضحة في محتوى الأوراق من بعض العناصر المعدنية باختلاف المعاملات المدروسة.

الجدول(6): محتوى المجموع الخضري لنبات الفريزيا من بعض العناصر المعدنية

المعاملة	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
T1 شاهد	1,42 d	0,180 d	0,65 d	0,53 e	0,054 d
T2 مزارع	2,56 a	0,325 a	1,18 a	1,00 a	0,098 a
T3فحم	1,79 c	0,227 c	0,82 c	0,66 d	0,068 c
T4 حمأة	2,22 b	0,300 b	1,02 b	0,82 c	0,085 b
T5 فحم وحمأة	2,27 b	0,279 b	1,05 b	0,84 b	0,087 b
LSD 5%	0,26	0,034	0,11	0,012	0,01
C.V %	4,8	4,6	5,5	4,3	4,5

تفوقت المعاملات (T2، T3، T4، T5) على معاملة الشاهد في محتوى الأوراق ولجميع العناصر المدروسة، كما تفوقت المعاملة T2 على جميع المعاملات في محتوى الأوراق الناضجة من (الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم) بواقع (2,56، 0,325، 1,18، 1,00، 0,098 %على التوالي) . لم تسجل فروق معنوية بين المعاملتين T4 وT5 في محتوى الأوراق من جميع العناصر عدا الكالسيوم، تلتهما المعاملة T3.

- المجموع الزهري:

تبين النتائج في الجدول (7) وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة في مؤشرات الإزهار المدروسة. حيث دخلت المعاملة T5 بشكل أبكر من بقية المعاملات في بداية تشكل الشماريخ الزهرية والإزهار (113 و153 يوماً)، كما حققت

المعاملتان T2 و T4 أطول فترة إزهار (28 و29 يوماً على التوالي)، وتفوقت جميع المعاملات المدروسة على معاملة الشاهد في مدة الإزهار الكلية (19 يوماً).

الجدول (7): بعض المؤشرات الخاصة بالإزهار لنبات الفريزيا للمعاملات المدروسة.

المعاملة	بداية ظهور الشماريخ الزهرية (يوم)	بدء الإزهار (يوم)	نهاية الإزهار (يوم)	فترة الإزهار الكلي (يوم)
T1 شاهد	116 b	159 b	176 b	19 d
T2 مزارع	117 ab	161 a	189 a	28 a
T3فحم	118 a	153 c	175 b	22 c
T4 حمأة	116 b	162 a	191 a	29 a
T5 فحم وحمأة	113 c	152 c	177 b	25 b
LSD 5%	1,11	1,86	2,98	2,22
C.V %	7,8	6,6	9,3	7,5

يتضح من خلال الجدول(8) وجود بعض الفروق المعنوية في المواصفات النوعية للشماريخ الزهرية الناتجة بين المعاملات المدروسة. تفوقت المعاملتان T2 وT4 معنوياً على بقية المعاملات المدروسة في متوسط عدد الشماريخ الزهرية على النبات (7,31، 7,70 شمراخ) على الترتيب وانعدم الفرق المعنوي بين المعاملتين T3 وT5، وتفوقت جميع المعاملات على معاملة الشاهد T1 التي سجلت العدد الأقل بمتوسط 4,77 شمراخ/ النبات.

الجدول (8):. بعض المواصفات النوعية للشماريخ الزهرية لنبات الفريزيا للمعاملات المدروسة

المعاملة	متوسط عدد الشماريخ الزهرية\النبات	متوسط طول الشمراخ الزهري (سم)	متوسط عدد الأزهار على الشمراخ (زهرة)	متوسط ثخانة الشمراخ الزهري (سم)	متوسط ارتفاع الزهرة (سم)
T1 شاهد	4,77 c	9,96 c	6,77 c	0,22 c	4,78 d
T2 مزارع	7,31 a	12,97 a	7,77 a	0,25 ab	5,82 ab
T3فحم	5,30 bc	10,71 bc	7,16 b	0,24 b	5,43 c
T4 حمأة	7,70 a	12,02 b	7,15 b	0,26 a	5,89 a
T5 فحم وحمأة	5,99 b	11,24 b	7,67 a	0,24 ab	5,61 b
LSD 5%	1,03	0,85	0,21	0,013	0,21
C.V %	7,3	8,1	8,2	6,9	6,5

بالنسبة لبقية المؤشرات المدروسة (متوسط طول الشمراخ الزهري، متوسط عدد الأزهار\ الشمراخ ومتوسط ثخانة قاعدة الشمراخ وارتفاع الزهرة) لم تسجل فروق معنوية بين المعاملتين T2 وT5 واللتان حققتا أفضل المواصفات الزهرية. كما تفوقت جميع المعاملات المسمدة عضوياً أو معدنياً على معاملة الشاهد.

– متوسط الوزن الرطب والجاف ونسبة المادة الجافة:

تظهر النتائج في الجدول (9) عدم وجود فروق معنوية بين معاملة المزارع T2 ومعاملتي الحمأة T4و الحمأة مع الفحم T5 والتي تفوقت جميعها على معاملة الشاهد ومعاملة الفحم سواء في الوزن الرطب والجاف للشماريخ الزهرية أو نسبة المادة الجافة.

الجدول (9): متوسط الوزن الرطب والجاف ونسبة المادة الجافة للشماريخ الزهرية لنبات الفريزيا

المعاملة	T1 شاهد	T2 مزارع	T3 فحم	T4 حمأة	T5فحم وحمأة	LSD5%	C.V%
الوزن الرطب \غ	6,45 b	9,49 a	6,88 b	10,28 a	10,16 a	1,09	6,7
الوزن الجاف \غ	,42 b0	0,92 a	0,53 b	0,92 a	1,02 a	0,21	6,8
% المادة الجافة	6,51 d	9,69 a	7,71 c	8,95 b	10,04 a	0,87	7,14

– دراسة معامل التكاثر:

تشير النتائج المدونة في الجدول(10) إلى وجود فروق معنوية واضحة في العدد الكلي للكوريمات المتكونة وفي عدد الكوريمات الناتجة من كورمة واحدة (معامل التكاثر) حسب المعاملات المدروسة.

الجدول. (10): معامل التكاثر وتوزع الكريمات الناتجة عن المعاملات المدروسة حسب أقطارها

المعاملــة	العدد الكلي للكوريمات	معامل التكاثر	% الكوريمات المتشكلة حسب أقطارها(سم)			
			أصغر من 0,50	0.51- 0.75	0.76- 1	أكبر من 1 سم
T1 شاهد	101 c	2,81 d	12,97 a	30,6 a	48,51 a	7,92 d
T2 مزارع	220 a	6,11 ab	8,12 b	23,7 b	40,91 c	27,27 c
T3فحم	b184	5,22 c	5,00 c	13,48 c	46,74 b	34,78 bc
T4 حمأة	222 a	6,22 a	7,25 b	13,92 c	37,39 e	41,44 b
T5 فحم وحمأة	191 b	5,44 bc	7,00 bc	3,47 d	39,27 d	50,26 a
LSD 5%	20,4	0,76	2,04	5,49	1,58	7,88
C.V %	9,8	7,9	8,5	8,7	8,3	9,1

تفوقت جميع المعاملات المسمدة على معاملة الشاهد T1 في كل من العدد الكلي للكوريمات ومعامل التكاثر، وانعدمت الفروق المعنوية بين معاملة المزارع ومعاملة الحمأة. عند المقارنة بين مجموعات الكوريمات المتكونة حسب أقطارها، وخاصة المجموعة الرابعة (الكوريمات ذات أقطار أكبر من 1 سم) الصالحة للزراعة وإعطاء نباتات مزهرة، فقد تفوقت المعاملة T5 (التسميد بالفحم الحيوي وحمأة الصرف الصحي المعالجة) على بقية المعاملات المدروسة (50,26%)، تلتها المعاملة T4 بواقع (41,44 %) وانعدم الفرق المعنوي بين المعاملتين T3، T2، كما تفوقت جميع المعاملات السمادية على معاملة الشاهد T1 (7,92%).

المناقشة: بينت النتائج تحسن مؤشرات النمو الخضري لنبات الفريزيا المزروع في تربة كلسية من حيث (طول النبات وعدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي ومحتوى الأوراق الناضجة من الكلوروفيل الكلي) عند إضافة الحمأة وعند إضافة الحمأة مع الفحم الحيوي (المعاملتان T4 وT5 على الترتيب) حيث تقاربت نتائجهما مع معاملة المزارع (T2) واستطاعت تامين متطلبات النبات من العناصر الغذائية اللازمة للنمو، أما من حيث محتوى الأوراق الناضجة من العناصر المعدنية (N, P, K, Ca, Mg) فقد تفوقت معاملة المزارع على جميع المعاملات المدروسة بمعنوية واضحة تلتها المعاملتان T4 وT5 ثم معاملة الفحم T3 وتفوقت جميعها على معاملة الشاهد. الأمر الذي انعكس على المواصفات الزهرية للنباتات في المعاملات المدروسة حيث كانت مدة الإزهار في المعاملتين T2 وT4 هي الأفضل تلتها المعاملة T5، ومن حيث جودة المواصفات الزهرية (متوسط عدد الشماريخ الزهرية\ النبات، عدد الأزهار\ الشمراخ وثخانة الشمراخ الزهري وطوله وارتفاع

الزهرة) فقد تمكنت المعاملات السمادية T4 وT5 من مجاراة المعاملة T2. يمكن تفسير ذلك بالدور الإيجابي الذي تلعبه إضافة الحمأة أو الحمأة والفحم الحيوي في تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، فقد بينت الدراسات أن إضافة الفحم الحيوي المنتج من مواد خشبية إلى التربة يزيد طاقتها الإنتاجية في الطبقة السطحية ومن كتلة الكائنات الحية الدقيقة ونشاطها، ويحسن علاقات ماء التربة والسعة الحقلية والسعة التبادلية الكاتيونية ويزيد تراكيز عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والكربون الكلي وآزوت التربة الإجمالي كما يزيد من تركيز البوتاسيوم والفوسفور في أنسجة النبات (Filiberto *et al.*, 2013) ما أدى إلى التطور المبكر للمجموع الجذري ونموه الجيد وسهولة امتصاصه للعناصر المعدنية (الكبرى والصغرى) المتحررة من المادة العضوية للحمأة (المعاملتان T4 و T5) والتي لعبت دوراً هاماً في خفض درجة pH التربة الكلسية وطرح مركبات الهيوميك العضوية في التربة ما أثر مباشرة في إتاحة العناصر الغذائية للنبات سواء في مخزون التربة الطبيعي أو من الحمأة وساهم في تحسين قوام التربة الطينية الثقيلة محققاً بذلك مواصفات الوسط الزراعي المناسب لنمو نباتات الفريزيا (Ali *et al.*, 2011) وأدى إلى تثبيت الفوسفور والبوتاسيوم بشكل أفضل ضمن النبات، مؤثراً بصورة إيجابية في نمو النباتات خضرياً. هذه النتائج تتفق مع نتائج Jassim and Radhi, (2019) على نبات الفريزيا ومع نتائج أبحاث d'Avila, (2016) على نبات حشيشة الليمون و نتائج Burducea *et al.*, (2019) على الحبق.

تلعب الحمأة دور مصدر للعناصر الغذائية خاصة الآزوت فتسرع من تحرره إلى التربة في حين يساهم الطين والفحم الحيوي في زيادة احتفاظ التربة بالآزوت والتقليل من تسربه المباشر إلى البيئة من خلال آليات متنوعة. كما أثبتت الدراسات دور الفحم في زيادة مستويات الفوسفور المتاح وتحسين امتصاصه من قبل النبات وفعالية استخدام النبات للفوسفور في المراحل التالية من النمو وخاصة الإزهار وتكوين وحدات الإكثار وزيادة إنتاج المادة الجافة. للآزوت دور هام في تركيب هرمونات النمو والفيتامينات والبروتين والأحماض النووية فيزيد من انقسام الخلايا وتراكم العناصر الغذائية المصنعة بعملية التمثيل الضوئي ويشكل مخزوناً غذائياً، في حين يلعب الفوسفور دوراً في العديد من العمليات الاستقلابية ضمن النبات كالانقسام الخلوي وتركيب وانتقال السكريات والنشاء ويدخل في تركيب الغشاء الخلوي ويؤثر في نمو الجذور ما ينعكس في مواصفات الإزهار جيدة النوعية، ما يفسر النمو والإزهار الجيد لنباتات المعاملة T5 وانعدام الفرق المعنوي مع T4. تتفق هذه النتائج مع نتائج الأبحاث السابقة، بالإضافة لنتائج أبحاث Świątek *et al.*, (2019), على نبات الذرة ومع أبحاث Shanmugam and Abbott; (2015).

تفوقت معاملة الحمأة على معاملة المزارع T2 من حيث معامل التكاثر وإنتاج الكوريمات وتلتها المعاملة T5التي أعطت أعلى نسبة من الكوريمات التي يتجاوز قطرها 1سم (50,26%) متفوقة معنوياً على جميع المعاملات الأخرى. يمكن ربط النتائج السابقة بالنمو الخضري الجيد للنباتات المزروعة في هذه المعاملات وقدرة الحمأة المضافة على إمداد النبات باحتياجاته الغذائية من العناصر N, P, K, Ca, Mg ودور الفحم في تحسين امتصاص الفوسفور في التربة الكلسية وتثبيته ضمن النبات وزيادة تراكيز البوتاسيوم في الأنسجة النباتية ودوره في الاحتفاظ بالآزوت و زيادة الكربون الكلي في التربة، ما أدى إلى زيادة المسطح الخضري وتنشيط عملية التركيب الضوئي ونواتجها من مركبات ومواد مخزنة كالكربوهيدرات والنشاء وتسهيل انتقالها إلى الأعضاء التخزينية في النبات عند تشكل الكورمات البنت والكوريمات مما ساهم في تطور أسرع للكوريمات المتشكلة وبالتالي زيادة قطرها ووزنها وهذا يتفق مع نتائج الزراعة العضوية للفريزيا

(Younis *et al*., 2012; El-Sayed *et al*., 2012) ومع نتائج إضافة الحمأة إلى المسطح الأخضر ودورها في تشكل الريزومات (Hassan *et al*., 2015) .

لم يكن لإضافة الفحم الحيوي (T3) التأثير الإيجابي الكبير في مؤشرات النمو رغم تفوقه على معاملة الشاهد T1 و ربما يعود ذلك إلى درجة pH المرتفعة للفحم المستخدم في التجربة، والهطولات المطرية التي أدت إلى زيادة تحرر شوارد البيكربونات السالبة إلى وسط النمو ما انعكس سلباً في إتاحة العناصر الغذائية وأدى إلى الحد من انتشار الجذور وهذا يتفق مع أبحاث(2015) Helliwell *et al*., على غراس القيقب حيث وجد أن إضافة الفحم إلى وسط النمو الفقير بالعناصر الغذائية أو بالمادة العضوية كانت ذات تأثير ضعيف في نمو النبات.

– الاستنتاجات والتوصيات:

– أظهرت النتائج إمكانية استخدام حمأة الصرف الصحي والفحم الحيوي في زراعة وإكثار نبات الفريزيا.

– حققت كل من المعاملتين T4(2,5 كغ/م^2 حمأة الصرف الصحي) وT5 (1,25 كغ/م^2 حمأة الصرف الصحي + 2 كغ/م^2 فحم حيوي) نتائج متقاربة من نتائج معاملة المزراع T2 (تسميد معدني+ عضوي) بالنسبة لمعظم المؤشرات الخضرية والزهرية المدروسة.

– تفوقت المعاملتان T4 وT5 على معاملة المزارع T2 في عدد االكوريمات المتشكلة الأكبر حجماً (قطر >1سم).

من خلال ما تقدم فإن المقترحات التي يمكن أن تخلص لها هذه الدراسة:

– إمكانية استخدام الفحم الحيوي (2 كغ/م^2) مع حمأة الصرف الصحي المعالجة (1,25 كغ/م^2) في تحقيق إنتاج زهري بمواصفات جيدة مع إمكانية إنتاج وحدات إكثار (كوريمات) بنوعية جيدة.

– استخدام البقايا العضوية السابقة في شروط زراعية أخرى (زراعة محمية، كثافات ومواعيد زراعية مختلفة....) وعلى نباتات تزيينية أخرى لاسيما أزهار القطف لدورها الإيجابي في النمو والإزهار وتحديد تأثيرها على كمية ونوعية الزيت العطري.

المراجع:

Ahmad, I.; M. U. Tanveer; M. Liaqat; and J. M. Dole (2019). Comparison of corm soaks with preharvest foliar application of moringa leaf extract for improving growth and yield of cut Freesia hybrida. Scientia Horticulturae.254: 21-25.

Ali, T.; A. M. Khattak; and M. Khan (2011). Effect of growing media on the cormelization of freesia under the agro-climatic conditions of Peshawar. Sarhad. J. Agric. 27(1): 33-38.

Altaee, A. H. Y.; and M. D. Alsawaf (2020). Effect of treating with some organic and chemical fertilizers on the growth and flowering of freesia plant. https://www.researchgate.net/publication/340006059.

Antolín, M. C.; I. Muro; and M. S. Sánchez-Díaz (2010). Application of sewage sludge improves growth, photosynthesis and antioxidant activities of nodulated alfalfa plants under drought conditions. Environmental and Experimental Botany, 68: 75-82.

Burducea, M.; A. Lobiuc; M. Asandules.; M. F. Zaltariov; I. Burducea; S. M. Popescu; and V. D. Zheljazkov (2019). Effects of Sewage Sludge Amendments on the Growth and Physiology of Sweet Basil. Agronomy, 9 (548): 1- 11

d'Avila, J. V., A. P. Martinazzo; F. S. D. Santos; C. E. de. S. Teodoro; and A. Portz (2016). Essential oil production of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) under organic compost containing sewage sludge. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 20 (9): 811- 816.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n9p811-816

El-Sayed, A.; H. El-H. Safia; A. Nabih; and D.I. Atowa (2012). Raising *Freesia refracta cv. Red Lion* Corms from Cormels in Response to Different Growing Media and Actosol Levels. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 4(1): 89-97.

Fascella, G.; M. M. Mammano; F. D'Angiolillo; and Y. Rouphael (2017). Effects of conifer wood biochar as a substrate component on ornamental performance, photosynthetic activity, and mineral composition of potted *Rosa rugosa*. The Journal Of Horticultural Science and Biotechnology. https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1407679.

Fascella, G.; M. M. Mammano; F. D'Angiolillo; A. Pannico; and Y. Rouphael (2020). Coniferous wood biochar as substrate component of two containerized Lavender species: Effects on morpho-physiological traits and nutrients partitioning. Scientia Horticulturae, 267: 109356.

Filiberto, D. M.; and J. L. Gaunt (2013). Practicality of Biochar Additions to Enhance Soil and Crop Productivity. Agriculture, 3: 715- 725.

Glozer, K. (2008).The dynamic model and chill accumulation. Davis; university of California department of plant sciences.

Gupta, P. K. (2000). Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios, India, Jodhpur, New Delhi, 438.

Hassan, M. R. A.; A. H. M. El-Naggar; and A. M. Fadl (2015). Effect of growing media and nitrogen fertilization on the growth and chemical composition of *paspalum vaginatum.* The 1st Conf. of SSFOP "Future of Ornamental Plants in Egypt", Cairo, Egypt, 22/2/2015. Scientific J. Flowers & Ornamental Plants www.ssfop.com/journal ISSN: 2356-7864.

Helliwell, R. (2015). Effect of biochar on plant growth. Arboricultural Journal, 37(4): 238-242.

Isaac, R.A.; and W. C. Johnson (1975). Collaborative study of wet and dry ashing techniques for the elemental analysis of plant tissue by atomic absorption spectrophotometry. J. Assoc. Off. Anal. Chem, 58: 436- 440.

Jassim, N. A. A.; and I. R. Radhi (2019). Effect of agriculture media, bio-fertilizer and seaweed extract on the growth and flowering of freesia bulblets freesia hybrid l. Plant Archives,19 (1): 1465-1475.

Joseph, S. D.; B, M. Camps-Arbestain; Y. Lin.; P. Munro; C. H. Chia; J. Hook; L. van Zwieten; S. Kimber; A. Cowie; B. P. Singh; J. Lehmann; N. Foidl; R. J. Smernik; and J. E. Amonette (2010). An investigation into the reactions of biochar in soil. Australian Journal of Soil Research, 48: 501–515.

Khalil, M.Y. (2006). How-far Would *Plantago afra* L. Respond to Bio and Organic Manures Amendements. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2(1): 12-21.

Li, X.; M. Khalid; Z. Yan; Y. Sun; Y. Shi; S. U. Rahman; and D. Tang (2019). Controlled-release compound fertilizers improve the Growth and flowering of potted *Freesia hybrida*. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology.

Önal, M. K.; B. Topçuoğlu; and N. Ari (2003). Toprağa Uygulanan Kentsel Arıtma Çamurunun Domates Bitkisine Etkisi. II. Gelişme ve Meyve Özellikleri ile Meyvede Mineral İçerikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1): 97-106.

Roig, N.; J. Sierra; E. Martí; M. Nadal; M. Schuhmacher; and J. L. Domingo (2012). Long-term amendment of Spanish soils with sewage sludge: Effects on soil functioning. Agriculture, Ecosystems and Environment, 158: 41– 48.

Singh, N. A. K.; A. Basumatary; and N. G. Barua (2014). Assessment of Soil Fertility Under Integrated Nutrient Management in Rice- Niger Sequence. J Krishi Vigyan, 3(1): 5-9.

Shahin, H.; W. Ali; G. Shehada; S. Haifa; and R. Alkubaily (2016). Effects of Sewage Sludge Application on Dry Biomass and Wood Volume of *Eucalyptus Camaldulensis* Plantation in Fedio (Lattakia), Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Biological Sciences Series, 38 (6) :311- 326.

Shanmugam, S.; and K. L. Abbott (2015). Potential for Recycling Nutrients from Biosolids Amended with Clay and Lime in Coarse-Textured Water Repellence, Acidic Soils of Western Australia. Applied and Environmental Soil Science, Article ID 541818: 1-11.

Świątek, J.; T. Spitzer; A. Grobelak; and M. Kacprzak (2019). Effects of Biochar Addition on Vermicomposting of Food Industry Sewage Sludge. Journal of Ecological Engineering, 20(3): 36- 45.

Tian, Y.; X. Sun; S. Li; H. Wang; L. Wang; J. Cao; and L. Zhang (2012). Scientia Horticulturae, 143:15-18. http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.05.018.

Tretiakov, H. H.; (1990). Praktikym po fiziologi rasteni. Agropromizdat, M, 271.

Van Schouwenberg, J.C.H.; and I. Walinge (1973). Method of analysis for plant material. Agriculture University, Wageningen, The Netherlands, 1973.

Walsh, L.M.; and J.D. Beaton, eds (1973). Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Of Amer., Madison, USA.

Zawadzińska, A.; and P. Salachna (2015). Growth, flowering and photosyntetic pigments of *pelargonium* × *hortorum* l.h. bailey 'survivor hot pink' and 'graffiti fire' grown in substrates containing sewage sludge compost. Journal of Ecological Engineering, 16(3):168–176. DOI: 10.12911/22998993/2951.

Zawadzińska, A.; and P. Salachna (2018). Ivy pelargonium response to media containing sewage sludge and potato pulp. Plant Soil Environ, 64(4):180–185.

Younis, A.; M. Z. M. Bhatti; A. Riaz; U. Tariq; N. Nadeem; M. Ahsan; and M. Arfan (2012). Effect of different types of mulching on growth and Flowering of *Freesia alba* cv. Aurora. Pak. J. Agri. Sci, 49(4):429-433.

Effect of Biochar and Sewage Sludge Addition on Growth, Flowering, and Corms Production of *Freesia hybrida*

Rana Kasem* (1) , Mazen Ali Nassour (2), and Sawsan Abdullah Haifa(3)

(1)Directorate of Technical Services, Ministry of Local Administration and Environment, Lattakia, Syria.
(2) Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
(3)Department of soil and water science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria
Lattakia, Syria.
(*Corresponding Author. Rana Kasem. E-Mail: ranakasem1@gmail.com,)

Received: 29/04/2021 Accepted: 3/10/2021

Abstract

A field experiment was conducted to evaluate the influence of treated organic residues additions (biochar (B) and treated sewage sludge (TSS)) on growth, flowering and corm production of *Freesia hybrida* grown in calcareous soil, at Lattakia, during the seasons 2018- 2019 and 2019- 2020. The experiment included 5 treatments: (T1: Control without any additions, T2: mineral fertilization of NPK (30:20:20) g/m^2+ 2 Kg/ m^2 of organic manure, T3: 2 Kg/ m^2 of B, T4: 2,5 Kg/ m^2 of TSS and T5: (1,25 Kg\ m^2 of TSS+ 2 Kg / m^2 of B). The treatment T4 achieved close results to treatment T2 with no significant differences in between of almost studied vegetative parameters (plant height, leaf number, leaf area, leaf content of total chlorophyll). No significant differences was recorded between T2 and T5 for all qualitative flowering characteristics(number of spikes plant^{-1}, number of flowers spike^{-1}, flower stalk's length and diameter and flower height), while early flowering was recorded in T4 and T5 along with longer flowering duration as compared to T2. Results also showed that all fertilization treatments were superior to the control treatment T1 for all studied parameters of vegetative growth and flowering. Treatment T5 achieved the highest percentage of cormels > 1 cm in diameter (50,26%) and was significant superior to all other studied treatments.

Keywords: Freesia, sewage sludge, biochar, growth, ,bflowering, corms.