

تأثير مبيد الأعشاب غليفوسات في أراضي موبوءة بعشبة الباذنجان البري في الصفات الفيزيوكيميائية والحيوية للتربة

فاتن بكور، أنور المعمار وزكريا الناصر*

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية، *البريد الإلكتروني للباحث المرسل: zinanasera@gmail.com

الملخص

بكور، فاتن، أنور المعمار وزكريا الناصر. 2021. تأثير مبيد الأعشاب غليفوسات في أراضي موبوءة بعشبة الباذنجان البري في الصفات الفيزيوكيميائية والحيوية للتربة. مجلة وقاية النبات العربية، 39(4): 296-308. <https://doi.org/10.22268/AJPP-39.4.296308>

يستخدم مبيد الأعشاب العام غليفوسات في الحقول غير المزروعة، والموبوءة بعشبة الباذنجان البري عدة مرات في السنة، في جميع المحافظات السورية من قبل وزارة الزراعة. لذلك هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تكرار الرش بمبيد الغليفوسات في أراضي غير مزروعة، لخمسة مواقع مختلفة من المحافظات السورية وهي: دير الزور (تبني)، حلب (داكوني)، حماة (بستان الأمهات)، حمص (الزهريّة) وريف دمشق (قطيفة)، خلال الفترة بين عامي 2018 و2020، في الصفات الفيزيوكيميائية والحيوية في الترب المعاملة. كما تم تقدير متبقيات المبيد في أوراق نباتات الباذنجان البري المعاملة، وفي الترب المحيطة بجذور نباتات الباذنجان البري. وجد أنّ تكرار رش المبيد 3 و6 مرات خلال أعوام الدراسة لم تغير التركيب الفيزيائي، والملوحة، ودرجة الحموضة، وكربونات الكالسيوم، في جميع مواقع الدراسة. في حين أدى رش الغليفوسات 3 و6 مرات إلى زيادة النسبة المئوية للمادة العضوية، والفوسفور المتاح، وبفرق معنوي مع الشاهد. بلغت قيم الفوسفور المتاح بعد 6 مرات من رش المبيد 176 و203 و196 و227 و205 مغ/كغ تربة في كل من دير الزور وحلب وحماة وحمص وريف دمشق، على التوالي. كما أدى تكرار الرش بمبيد غليفوسات في الترب المعاملة إلى زيادة متوسط التعداد العام للبكتيريا والفطور. وازدادت هذه المؤشرات بزيادة عدد مرات رش المبيد. كما زادت متبقيات المبيد في الترب، وأوراق الباذنجان البري، بزيادة عدد مرات الرش. حيث بلغت قيم متبقيات المبيد بعد 6 مرات من رش المبيد 1.72، 3.53، 4.82، 4.43 و2.29 مغ/كغ تربة في كل الحقول المعاملة في كل من محافظات دير الزور وحلب وحماة وحمص وريف دمشق، على التوالي.

كلمات مفتاحية: غليفوسات، باذنجان بري، مثابرة، كائنات حية دقيقة، تربة.

المقدمة

الموجودة على الجذور العرضية، وتتكون البراعم الزهرية بدءاً من أواخر شهر نيسان/أبريل وأوائل أيار/مايو. يبدأ الإزهار في الأسبوع الأول من أيار/مايو، وتصل معظم النباتات إلى هذا الطور بين نهاية حزيران/يونيو ومنتصف تموز/يوليو. ويستمر طور الإزهار حتى نهاية شهر آب/أغسطس، وتتناسب سرعة تطوّر النباتات طرداً مع كمية السطوح الشمسي. يبدأ تكوّن الثمار اعتباراً من شهر تموز/يوليو (المعمار وآخرون، 2010). من أكثر أنواع الأعشاب التي تلحق أضراراً بالإنتاج الزراعي في حوض البحر المتوسط وبخاصة في الدول التي تتميز بصيف حار وجاف، وقد صُنّف *S. elaeagnifolium* في حوض المتوسط من الأعشاب الغازية. حيث يُعدّ نباتاً خطيراً في المناطق التي وصل إليها، لأنه من الأعشاب المعمّرة في معظم البيئات المزروعة (بشكل خاص في حقول القطن، والمحاصيل الحقلية الأخرى الصيفية، والخضار، وبساتين الفاكهة، والأشجار المثمرة، والمراعي) وغير المزروعة على جوانب الطرقات، وقنوات الري والصرف (Almouemar, 2006). استطاع هذا النبات في الأرجنتين

عشبة الباذنجان البري *Solanum elaeagnifolium* من الفصيلة الباذنجانية (Solanaceae)، تحت فصيلة (Solanoideae)، هو نبات معمر يبلغ ارتفاعه وسطياً 40-70 سم. يتميز بمجموع جذري متطور ومتفرع عمودياً وأفقيًا، يملك قدرة كبيرة على التكاثر الخضري. أوراقه رمحية متطاولة ذات حواف متموجة، أزهاره خماسية بنفسجية أو بيضاء، الثمرة عنبية صفراء عند النضج، البذور مسطحة بنية اللون (Khanas, 1996). يأخذ هذا النبات تسميته من صفاته المورفولوجية وخاصة الأشواك ولون الزهرة والثمار (Ameur & Buchache, 1994). يبدأ إنبات بذور الباذنجان البري في القطر العربي السوري اعتباراً من أوائل شهر آذار/مارس، ويصل إلى مستواه الأعظمي في نيسان/أبريل. يبدأ تشكّل البراعم الزهرية من أواخر نيسان/أبريل وأوائل أيار/مايو، حيث تبدأ سوق فتية جديدة بالظهور وتنمو بسرعة كبيرة من البراعم

أن يحتاج حقول القطن، وقصب السكر، والتبغ، والحبوب الشتوية (Vigna et al., 1981).

قَدَّرت المساحة الإجمالية المصابة بالباذنجان البري في القطر العربي السوري لعام 2003 بأكثر من 14810 هكتاراً. وفي عام 2011 بلغت هذه المساحة حوالي 26862 هكتاراً، موزعةً بين الحقول الزراعية، والأراضي غير المزروعة، وجوانب الطرقات، والأماكن العامة. أدى الاستخدام المكثف لمبيدات الأعشاب المستخدمة على التربة لأكثر من 10-15 عاماً إلى انخفاض مستوى نمو الأعشاب الحولية، وإتاحة الفرصة لنمو الأعشاب المعمرة ومنها الباذنجان البري (Cooley & Smith, 1973).

تعد مكافحة الكيمائية من أهم طرائق مكافحة هذا النوع من الأعشاب، والتي تؤدي إلى خفض درجة الإصابة إلى حد مقبول (Laakari, 1996). ترتبط فعالية المبيدات ببعض العوامل منها: توقيت تنفيذ عملية المكافحة والطور الفينولوجي للنبات. لقد نُفذت العديد من الأبحاث عالمياً لمكافحة الباذنجان البري كيميائياً، داخل وخارج الأراضي الزراعية، باستخدام مبيدات أعشاب، وبخاصة مبيد الأعشاب غليفوسيت (Glyphosate, N-(phosphonomethyl glycine), in the form of its isopropylamine salt, 41.0% مبيد جهازي يتمص عن طريق الأوراق وينتقل عن طريق اللحاء والخشب، ويمكن أن يصل إلى المجموع الجذري إذا تمَّت المعاملة خلال فترة النشاط الأعظمي لحركة المخزون السكري في النبات. يعد المستحضر التجاري Roundup المحتوي على الغليفوسات كمادة فعالة، أول مستحضر تجاري أنتج في عام 1974 وانتشر استخدامه في حقول النباتات المعدلة وراثياً، كمحاصيل مقاومة لتأثير المبيد، مثل فول الصويا والذرة (Duke & Powels, 2008) ويكافح 78 من الأعشاب الهامة في العالم (Poiger et al., 2017). يُعد هذا المبيد فعالاً في مكافحة عشبة الباذنجان البري، لكن بعض الظروف البيئية تحدُّ من فعاليته، وبخاصة الحالة المائية للتربة (Danieri et al., 1990). أعطى المبيد فعالية ممتازة بمعدل 2310 غ مادة فعالة/هـ، وصلت إلى 95 و77% بعد 90 و360 يوماً، على التوالي، في ظروف مناخية ملائمة (Bouhache et al., 1993). يستخدم المبيد رشاً على المجموع الخضري للأعشاب، وبالتالي يصل جزء من المبيد إلى التربة، أو ينتقل إليها بالانجراف أو النباتات المجاورة غير المستهدفة، كما يمكن أن يصل إلى الماء، وبالتالي يلوث البيئة المحيطة (Cobb, 1992). كما يمكن أن يصل إلى التربة نتيجة رشه من جذور النباتات المعاملة (Coupland & Caseley, 1979). ذكر (Kremer et al., 2005) يخرج مبيد جليفوسات من جذور فول الصويا (*Glycine max*) المقاوم للغليفوسات بمعدل 1500 نانوغرام إلى التربة المحيطة بالجذور.

يعتمد التحلل الحيوي للمبيدات على طريقة رش المبيد على التربة أو النبات، عدد مرات الرش، والفترة بين الرش، وتوافر الكائنات الحية الدقيقة قبل الرش (Kaufman et al., 1985) ودرجة الحموضة في التربة (Houot et al., 2000). وجد حديثاً زيادة في النشاط الأنزيمي والبكتيريا في تحليل المبيد في التربة عند ارتفاع درجة الحموضة (Vidali, 2001). كما ذكر Sims et al. (2002) أن رقم الحموضة العالي يسهم في زيادة امتصاص المبيد من قبل الكائنات الحية الدقيقة. وأشار Singh & Walker (2006) أن أول أنواع الكائنات الحية الدقيقة التي عزلت من التربة ولها قدرة على تحليل المبيدات الفوسفورية العضوية عام 1973 هي بكتيريا *Flavobacterium sp.* ومن ثم توالى عزل العديد من البكتيريا، وقليل من الأنواع الفطرية القادرة على تحليل المبيدات الفوسفورية العضوية بالأوساط السائبة والتربة.

يعد المركب aminomethyl phosphonic acid الناتج الرئيسي لتحلل مبيد الغليفوسات بالتربة، وينتج عن تحلل هذا المركب غاز ثاني أكسيد الكربون والفوسفور والماء (Araşjo et al., 2003). يصل المبيد إلى جذور النباتات، ويتحلل سريعاً نتيجة العمليات الفيزيولوجية بالنبات، وزمن عمر المبيد بالنباتات عدة أيام (10-27 يوم) (Newton et al., 1994). وأثبتت Couture & Legris (1988) أن نصف عمر مبيد الغليفوسات في الفريز 3 أسابيع، وكان معدل اختفاء المبيد سريعاً، حيث وصل إلى 90%، بعد 5 أسابيع. ذكر العديد من الباحثين أن نصف عمر مبيد الغليفوسيت في التربة يتباين وفقاً لنوع التربة، وعمق أخذ العينات، فقد يتراوح نصف العمر من أسابيع لسنوات، كما أن 90% من المبيد توجد في 15 سم الأولى من الطبقة العليا من التربة بينما تبقى كميات قليلة منه عند عمق 30 سم (Thompson et al., 2000).

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تكرار استخدام مبيد غليفوسات في التركيب الفيزيائي والكيميائي للتربة المعاملة، والتعداد العام للكائنات الدقيقة في التربة، وبقاء المبيد، في عشبة الباذنجان البري والتربة.

مواد البحث وطرائقه

المواد والمذيبات

استخدم المركب النقي glyphosate (99.8%) إنتاج شركة Monsanto, imagine كمادة قياسية. كما استخدم 48% Roundup™ SL (المادة الفعالة glyphosate ونسبتها 480 غ/ليتر) كمادة تجارية، وبمعدل استخدام 8 ليتر/الهكتار.

واستخدمت مذيبات عالية النقاوة خاصة بتقنية التحليل HPLC وهي: ميثانول (HPLC) والماء المنزوع الشوارد تم الحصول عليه من جهاز خاص من شركة TKA، الأستيتون (HPLC)، الأستيتونتريل (HPLC)، داي كلور الميثان (HPLC)، حمض الأورثوفوسفوريك، كبريتات الصوديوم اللامائية، فوسفات أحادية البوتاسيوم KH_2PO_4 ، جهاز الطرد المركزي صنع شركة Eppendorf نموذج 5702R ويعمل بسرعة 4000 دورة/د، جهاز سوكسليت، مبخر دوراني، جهاز رج كهربائي.

التجربة الحقلية

تم اختيار حقول غير مزروعة في محافظة ريف دمشق (القطيفة)، وحمص (الزهورية) وحماة (بستان الأمهات) وحلب (داكوني) ودير الزور (تبني) مساحة الحقل 30 متر مربع، يوجد فيها نباتات الباذنجان البري بكثافة في طور بداية العقد (بداية شهر تموز/يوليو). تم رش نباتات الباذنجان البري في قطع تجريبية لكل منطقة مدروسة بمعدل 6 رشات (بمعدل 2 رشة لكل سنة) بموسم النمو، وقطع رُشت نباتات الباذنجان بمعدل 3 رشات (بمعدل رشة كل موسم) في مواسم النمو خلال الفترة بين 2018 و2020. تم أخذ عينات من نباتات الباذنجان البري وعينات من التربة من المنطقة المحيطة بالجنود (الريزوسفير) بعمق 25 سم.

أخذ العينات وتحضيرها

جمعت العينات النباتية بعد 30 يوماً من آخر رشة. قطعت عدة نباتات من منطقة التاج، وأخذ منها الأوراق بوزن 500 غ وزن رطب وبمعدل ثلاث عينات (مكررات) من كل قسم. أخذت عينات التربة، تم قلع الجذور وأخذت مع التربة المحيطة بها بعمق 15 سم، وتم الحصول على التربة فقط بوزن 1 كغ لكل عينة، ووضعت بأكياس بولي إيثيلين، ورُودت كل عينة بلصاقة ورقية كُتب عليها رقم العينة، وتاريخ الجمع، ووزنها. ونقلت بصندوق تبريد مباشرة إلى مختبر التحليل. أخذت أوراق الباذنجان البري، ومن ثم قُطعت بوساطة خلاط كهربائي، وخلطت بشكل جيد لمجانستها، ثم أخذ عينات صغيرة ممثلة وزن كل منها 25 غ، توضع بأكياس بولي إيثيلين، ورُودت بالبطاقة الخاصة المدون عليها كافة المعلومات عن العينة، ومن ثم وُضعت في المجمدة عند درجة حرارة $-20^{\circ}C$ س لحين الاستخلاص.

أما بالنسبة لعينات التربة، فقد تم إزالة بقايا الجذور والأحجار، وجُففت هوائياً على ورق سوليفان لمدة 24 ساعة، ومن ثم نُخلت بمنخل، وقسمت لتحت عينات بوزن 50 غرام، ووضعت في المجمدة عند درجة حرارة $-20^{\circ}C$ س لحين الاستخلاص.

التحليل الميكانيكي والكيميائي للتربة المدروسة

تم إجراء التحاليل المختلفة على الشكل التالي:

- التركيب الميكانيكي: تم بطريقة الهيدرومتر باستعمال مادة مفرقة من هكساميتا فوسفات الصوديوم (Bouyoucos, 1962).
- تفاعل التربة (pH): تم قياس الـ pH على معلق تربة 1:2.5 (تربة: ماء) (McLean, 1983).
- الملوحة (EC): بقياس الناقلية الكهربائية لمستخلص تربة 1:5 (تربة: ماء) (Rhoades, 1993).
- الكربونات الكلية على شكل $CaCO_3$: عن طريق معرفة حجم غاز CO_2 المنطلق باستعمال جهاز الكالسيمتر (Loeppert & Suarez, 1996).
- المادة العضوية: بأكسدة الكربون العضوي بكمية فائضة من ثنائي كرومات البوتاسيوم ضمن وسط شديد الحموضة والمعايرة باستعمال كبريتات الحديد بوجود مشعر الفيرورين (Walkley & Black, 1934).
- الفوسفور المتاح (P_2O_5): باستخلاص الفسفور من التربة بمحلول (0.2) N من أوكزالات الأمونيوم ومن ثم تقدير الفوسفور المستخلص بالطريقة اللونية بجهاز المطياف الضوئي (Joret & Herbert, 1955).

تقدير متبقيات مبيد الغليفوسات من النبات والتربة

تم الاستخلاص من الأجزاء النباتية بطريقة Martins-Júnior *et al.* (2009)، أما الاستخلاص من التربة فقد تم بطريقة موصوفة من قبل (Nather & Abiodun, 2017).

التحليل بوساطة جهاز HPLC-UV: تم تقدير متبقيات المبيد جليفوسات في العينات النباتية لنبات الباذنجان البري والتربة بوساطة جهاز الكروماتوغرافيا السائلة العالية الأداء HPLC (Shimadzu)، في المختبر المركزي التابع لوزارة التجارة الداخلية وحماية المستهلك. مزود بكاشف الأشعة فوق البنفسجية UV وعمود C18 (Machery Nagel) طول 250 مم وقطر داخلي 4.6 مم ماركة supelco وحجم الحبيبات 5 ميكروليتر نوع Supelco Inc. وونازع غازات DGU-14A وحاقن يدوي Reodyne. ودرجة حرارة العمود $37^{\circ}C$ س وطول موجة الكاشف 270 نانومتر ومعدل التدفق الطور المتحرك 0.8 مل/د وحجم الحقنة 20 ميكروليتر. وحُضر الطور المتحرك (Pongraveevongsa *et al.*, 2008) بوزن 13.60 من فوسفات أحادية البوتاسيوم KH_2PO_4 في 1 لتر من ماء منزوع الشوارد وضبط درجة حموضة المحلول الناتج باستخدام ورقة pH بحمض الفوسفوريك عند درجة حموضة 4، ومن ثم أُضيف 350 مل من الأستيتونتريل ورُشح المحلول الناتج بوساطة ورق

ترشيح 0.45 µm Millipore قبل الاستخدام والذي له وظيفة ثنائية لإزالة كل جزيئات المواد والتي يمكن أن تسبب ضرراً لجهاز HPLC. ووضع المحلول في حمام للأموح فوق الصوتية لمدة 30 دقيقة لنزع الغازات من المحلول. كان زمن الاحتباس 5.3 دقيقة.

تحضير المحاليل القياسية

حُضِرَ المحلول الأساس (Stock Standard Solution) للمبيد باستخدام المادة القياسية المرجعية (Reference Standard) وذلك بالوزن الدقيق للكمية المناسبة من المادة العيارية داخل دورق معياري سعة 100 مل، وأضيف الأستونتريل كمذيب، وضُبط الحجم حتى العلامة الموجودة على الدورق للحصول على Stock Standard Solution (محلول الأساس) تركيزه 1000 مغ/لتر، ثم استخدمت عملية التخفيف للمحلول الأم لتحضير المحلول الوسيط 100 مغ/لتر، واستخدم هذا المحلول في تحضير المحلول الأساسي بالتركيز 10مغ/لتر، والذي حُضِرَ منه محلول العمل.

معدل الاسترجاع وحسب حد الكشف للمبيد:

أُجريت عملية إضافة المبيد لتربة شاهد بثلاثة مكررات وذلك حسب الخطوات التالية: تم إحضار عينات خالية من المبيد عند دراسة معدل الاسترجاع وتمت تقوية العينات النباتية أو التربة بعد طحنها بالتركيز (0.1، 0.5، 1، 2 و 5 جزء من المليون) تُترك العينة المضاف لها المبيد لمدة نصف ساعة. حُسبت النسبة المئوية للاسترجاع استناداً للعلاقة التالية (ESYD G-FYTOPROST, 2016؛ Sanco, 2011):

$$\text{نسبة الاسترجاع (\%)} = \frac{\text{كمية المبيد المسترجعة (مغ/كغ)}}{\text{كمية المبيد المضافة (مغ/كغ)}} \times 100$$

تم حساب حد الكشف للمبيد بحقن تركيز من محلول قياسي للمبيد (أعلى بعدة مرات من حد الكشف المتوقع)، وتسجيل ارتفاع المنحني (Peak) الناتج عن هذه الكمية بالوحدات الكهربائية (كحليل، 2000). وبعد حساب حد الكشف تم حساب حد التقدير الكمي لهذا المبيد والذي يساوي ثلاثة أضعاف حد الكشف.

تقدير التعداد العام للكائنات الحية الدقيقة في التربة

تم تقدير الكثافة الميكروبية في التربة بتقنية العد بالأطباق. تم وزن 10 غرام من كل عينة من عينات التربة (على أساس الوزن الجاف) من كل معاملة بشكل مستقل ونقلت إلى دورق معقمة سعة 250 مل وتم مزجها في 90 مل من الماء المقطر والمعقم، وضعت على جهاز الرج بمعدل 25 دورة على الدقيقة لمدة 20 دقيقة (لتسهيل انتقال الكائنات الحية الدقيقة) إلى الماء للحصول على تخفيف 10/1 من عينات

التربة. ومن المعلمات الأساسية تم تحضير التخفيفات التالية حتى الوصول إلى التخفيف الثاني 10^{-2} للفطور والتخفيف الرابع 10^{-4} للبكتيريا عن طريق نقل 10 مل من معلق التربة إلى 90 مل من الماء المقطر المعقم في دورق سعة 250 مل معقمة مع الرج المستمر للحصول على مزيج متجانس وهكذا.

تم تقدير التعداد العام للفطور على بيئة Martin's (Allen, 1959) وتركيب البيئة كالتالي: دكستروز (10 غ)، KH_2PO_4 (1 غ)، روز بنغال (0.03 غ)، بيتون (5 غ)، $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0.5 غ)، آجار (20 غ)، ماء (1000 مل). درجة حموضة البيئة (4.5).

تم تقدير التعداد العام للبكتيريا على بيئة Bunt & Rovira (1955) وتتكون البيئة من: سكروز (12.5 غ)، مستخلص الخميرة (1 غ)، $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (0.5 غ)، $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0.05 غ)، CaCl_2 (0.1 غ)، K_2HPO_4 (0.1 غ)، MgCl_2 (0.1 غ)، مستخلص التربة (250 مل)، آجار (20 غ)، ماء 750 مل، درجة حموضة البيئة (7).

ولتقدير التعداد العام للفطور والبكتيريا في التربة، تم صب وسط الزراعة المحضر سابقاً في أطباق بتري معقمة وتركت حتى تتصلب وبعد ذلك تم سحب 0.5 مل من كل أنبوب من أنابيب التخفيف الثاني والرابع لكل من الفطور والبكتيريا لمعلق التربة المحضر سابقاً وكل على حدا، وأضيف إلى كل طبق بتري معقم يحوي 15 مل من البيئة المناسبة، وحركت الأطباق بلطف على الطاولة للسماح للكائنات الدقيقة بالتوزيع الجيد والمتجانس على سطح البيئة وبقاع 5 مكررات لكل تركيز. حضنت الأطباق في الحاضنة عند درجة حرارة $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ولمدة 7 أيام. تم حساب تعداد الفطور والبكتيريا بكل طبق، وتسجيله كتعداد للميكروبات بكل غرام من التربة الجافة.

التحليل الإحصائي

تم استخدام القطاعات العشوائية الكاملة وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج SPSS. V20. وحسبت قيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة

اختبار المجال الخطي للكاشف لمبيد غليفوسات، حدود الكشف ومعدل الاسترجاع

تم اختبار خطية استجابة الكاشف للتركيز 0.5، 1، 2، 4 و 10 جزء في المليون من مبيد غليفوسات، حيث حقن كل تركيز ثلاث مرات وحسب متوسط المساحة الناتجة عن حقنات كل تركيز ورسم المنحني

Cessna & Cain (1992) أن معدل استرجاع مبيد الغليفوسات من ثمار الفريز 76% عند استخدام تركيز 0.1 مغ/غ، في حين كان معدل الاسترجاع 73% بأوراق القطن بطريقة استخدام حمض shikimic (Pline *et al.*, 2002).

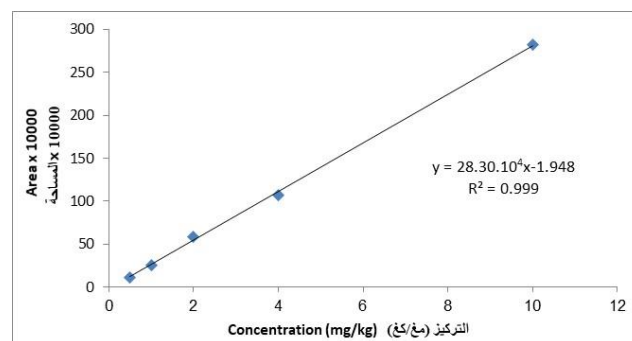
تأثير الرش بمبيد الغلايفوسات في الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة
تشير النتائج في الجدول 2 إلى عدم تأثير تكرار عمليات رش مبيد غليفوسات في الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة في القطع التجريبية التابعة للمواقع المدروسة في ديرالزور وحلب وحماة وحمص وريف دمشق. فقد وجد أن تكرار الرش بمبيد غليفوسات في التربة المدروسة لم يغير التركيب الفيزيائي للتربة في جميع مواقع الدراسة. بالرغم من تغير النسب المئوية بين الرمل والصلت والطين في القطع التجريبية إلا أن تصنيف التربة لم يتغير وفقاً لمثلث القوام. وتعود الفروق بالقيم بين القطع التجريبية إلى فروق ظاهرية. حيث كان تصنيف التربة لومي طيني في موقع حلب ولومي رملي في مواقع دير الزور وحمص وريف دمشق وطيني في موقع حماة. كما وجد أن عمليات الرش بمبيد غليفوسات لم تؤدي إلى تغييرات في pH التربة المعاملة مقارنة بالشاهد، وذلك في جميع المواقع المدروسة. ويعود ذلك غالباً إلى المحتوى المرتفع لتربة المواقع المختلفة من كربونات الكالسيوم (CaCO₃)، والتي تلعب دور منظم لـ pH التربة (Bache, 1984). في حين أظهرت قيم الملوحة (EC) في القطع التجريبية في المواقع المختلفة ارتفاعاً طفيفاً في ملوحة التربة المعاملة بالمبيد مقارنة بالشاهد. ويمكن تفسير ذلك إلى تراكم البقايا النباتية بعد عملية الرش على سطح التربة، وإلى غناها بالأملاح المعدنية، مما ساهم في زيادة محتوى التربة المعاملة من الأملاح ولكن بقيت جميع قيم الناقلية الكهربائية (ديسيمنز/م) ضمن المجال الطبيعي للتربة غير المالحة (Rayment & Lyons, 2011). من جهة أخرى وجد أن قيم كربونات الكالسيوم كانت مرتفعة في جميع مواقع الدراسة، ولم يكن هنالك تغييرات في قيم كربونات الكالسيوم بين القطع التجريبية التي عوملت بمبيد غليفوسات والشاهد في جميع مواقع الدراسة.

المادة العضوية

كما هو موضح في الجدول 3 ساهمت عملية الرش بمبيد غليفوسات 3 و 6 مرات في زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، وذلك نتيجة تراكم البقايا النباتية على سطح التربة وتحللها بفعل الكائنات الحية، وبالتالي حسنت المخلفات من محتوى التربة من الكربون العضوي (Van Faassen & Lebbink, 1994). كما قد تعزى الزيادة أيضاً في الكربون العضوي إلى احتواء المبيد على نسبة من الكربون العضوي (Sebiomo *et al.*, 2011؛ Nigussie *et al.*, 2019).

القياسي الممثل للعلاقة بين التركيز مع متوسط المساحة لكل تركيز. وكانت الخطية جيدة $R^2=0.999$. كما وجد بأن حدود الكشف كانت 0.0071 مغ/كغ.

وعند دراسة معدل استرجاع المبيد في أوراق الباذنجان البري والتربة غير المعاملة عند التراكيز 0.05 و 0.1 و 0.5 و 1 و 2 مغ/كغ من الغليفوسات جاءت النتائج كما هو موضح في جدول 1.



شكل 1. الخط القياسي لمبيد غليفوسات المحدد بجهاز HPLC مزود بوحدة UV.

Figure 1. Standard curves of glyphosate identification by HPLC instrument supplied with a UV unit.

جدول 1. معدل استرجاع المبيد غليفوسات في التربة وأوراق الباذنجان البري.

Table 1. Recovery rate of glyphosate from soils and leaves of *Solanum elaeagnifolium*.

		معدل الاسترجاع (%)				
		Recovery rate (%)				
		تركيز الغليفوسات (مغ/كغ)				
		Concentration of Glyphosate (mg/kg)				
		2	1	0.5	0.1	0.05
التربة	Soil	93.12	91.89	92.75	87.21	85.23
الأوراق	Leaves	84.78	83.54	80.22	74.41	75.87

الأرقام في الجدول هي متوسط ثلاثة مكررات.

Values are means of three replicates.

حيث كان متوسط معدلات الاسترجاع في التربة عند التراكيز المستخدمة من 85.23 حتى 93.12%. وفي النبات من 75.87 حتى 84.78%، وهذه النتائج متوافقة مع معدلات الاسترجاع المقبولة لمتبقيات المبيدات (FAO/WHO, 2017)، كما أشار العديد من الباحثين إلى أن معدل الاسترجاع من 70-120% هو معدل مقبول في دراسة متبقيات المبيدات (Sanco, 2011؛ Stoytcheva, 2011) وهذه النتائج تتوافق مع ما أشار إليه El-Gendy *et al.* (2018) بأن معدل استرجاع الغليفوسات من التربة باستخدام HPLC تراوح بين 86.9 و 92.7% عند إضافة التراكيز 0.1-10 جزء بالمليون. وجد

Table 2. Physicochemical characteristics of soils sprayed with glyphosate.

CaCO ₃ (%)	EC (1:5) (dS/m)	pH (1:2.5)	القوام Type	التركيب الميكانيكي (%)			المعاملات* Treatments*	الموقع Region
				طين Clay	سنت Silt	رمل Sand		
39.00	0.209	8.44	لومي طيني	27.50	32.50	40.00	شاهد Control	حلب
38.00	0.373	8.41	Loamy clay	29.00	29.00	42.00	3Glyphosate	Aleppo
37.00	0.376	8.38		27.87	28.62	43.51	6Glyphosate	
30.00	0.280	8.22	لومي رملي	16.50	29.50	54.00	شاهد Control	دير الزور
31.00	0.323	8.25	Loamy sand	17.50	30.00	52.50	3Glyphosate	Deir Ezzor
32.00	0.327	8.13		19.80	28.96	51.24	6Glyphosate	
40.00	0.712	8.31	لومي رملي	15.62	30.25	54.13	شاهد Control	حمص
42.00	0.867	8.35	Loamy sand	16.00	31.00	53.00	3Glyphosate	Homs
42.00	0.871	8.23		17.69	28.31	54.14	6Glyphosate	
19.00	0.418	8.12	طيني	40.00	38.00	22.00	شاهد Control	حمص
20.00	0.503	8.15	Clay	42.43	33.42	24.15	3Glyphosate	Hama
18.00	0.514	7.86		40.48	35.96	23.56	6Glyphosate	
15.00	0.473	8.13	لومي رملي	16.13	21.56	62.31	شاهد Control	ريف دمشق
14.00	0.517	8.20	Loamy sand	19.00	20.00	61.00	3Glyphosate	Damascus
16.00	0.512	7.86		17.08	22.14	60.78	6Glyphosate	countryside

* 3Glyphosate = رش بالمبيد ثلاث مرات؛ 6Glyphosate = رش بالمبيد ستة مرات.

* 3Glyphosate= pesticide sprayed three times; 6Glyphosate= pesticide sprayed six times.

الكربون الموجود فيه كمصدر للطاقة، مما يسهم في تحرر الفوسفور (Munira et al., 2016). كما قد تعود الزيادة في محتوى تربة المواقع المختلفة من الفوسفور إلى تفكك المخلفات النباتية وتحللها والتي تعد مصدراً له (Sharma, 2002). ويمكن أن تعود الزيادة في الفوسفور المتاح في المواقع المدروسة إلى الأحماض العضوية، الناتجة من تحلل المخلفات العضوية وتحرر الفوسفور المعدني المرتبط بالكالسيوم على شكل فوسفات الكالسيوم، ضعيفة الذوبان وبخاصة في منطقة الريفوسفير، والشعيرات الجذرية (Yan et al., 2018). لكن عموماً يبقى مستوى الفوسفور في المواقع المختلفة بين الضعيف إلى المتوسط. كما وجد أيضاً أن لعدد مرات الرش تأثير معنوي في زيادة محتوى التربة من الفوسفور المتاح. فقد أدت عملية رش التربة بالمبيد 6 مرات خلال فترة الدراسة إلى زيادة معنوية في محتوى الفوسفور المتاح، مقارنة بالتربة المعاملة بـ 3 مرات خلال فترة الرش في جميع مواقع الدراسة. حيث بلغت أعلى قيم الفوسفور المتاح في معاملات الرش بـ 6 مرات خلال فترة الدراسة كالتالي: 176، 203، 196، 227 و 205 مغ/كغ في كل من دير الزور وحلب وحماة وحمص وريف دمشق، على التوالي. مجموعة الفوسفات تدمص بسرعة على أكاسيد الحديد والألمنيوم والطين، وبالتالي انحلالها بالوسط المائي منخفض ووصولها إلى الماء

فقد وجد أن متوسط تركيز المادة العضوية في تربة الشاهد كانت أقل من متوسط تركيز المادة العضوية في القطع المرشوشة 3 و 6 مرات بالمبيد غليفوسيت وبفروق معنوية في كل مناطق الدراسة. قد يعود ذلك لوجود بقايا أعشاب الباذنجان البري المنتشر بكثافة، والتي يستخدم المبيد لمكافحتها، وبالتالي زيادة المادة العضوية بزيادة عدد مرات الرش، كما أن المبيد يحتوي على شق عضوي. فقد أعطى استخدام المبيد 6 مرات تقوفاً معنوياً بزيادة نسبة المادة العضوية. حيث بلغ متوسط تركيز المادة العضوية في القطع التجريبية 1.23 و 1.81% في دير الزور، و 2.34 و 2.96% في حلب، و 1.64 و 2.06% في حماة، و 0.86 و 1.65% في حمص، و 1.76 و 2.32% في ريف دمشق في كل من الشاهد والقطع التجريبية التي تم رش المبيد فيها 6 مرات، على التوالي.

الفوسفور المتاح

أدت عملية الرش بمبيد غليفوسات إلى زيادة معنوية في محتوى التربة من الفوسفور المتاح مقارنة بالشاهد ويعود ذلك بالدرجة الأولى إلى احتواء المبيد على الفوسفور والكربون، حيث تؤدي إضافة المبيد إلى زيادة نشاط الكائنات الحية في التربة، نتيجة تحليلها للمبيد، واستهلاك

الباحثين أنّ جزيئات المبيد تدمص على المعادن والطين بالتربة وبالتالي يكون غير متاح للكائنات الحية الدقيقة، أو الرشح إلى الطبقات السفلى من التربة، و ينحل بشكل بطيء في الماء، وبالتالي يمتص عن طريق جذور النباتات الموجودة بالتربة. فقد كانت متبقيات المبيد في أوراق النباتات في القطع المعاملة 6 مرات كالتالي 0.49، 1.89، 1.56، 1.34 و 1.48 جزء في المليون في كل من دير الزور، حلب، حماة، حمص، وريف دمشق، على التوالي. ويعود انخفاض متبقيات المبيد بالنبات كون المبيد يتحلل سريعاً نتيجة العمليات الفيزيولوجية بالنبات. أثبت Couture & Legris (1988) أنّ نصف عمر مبيد الغليفوسات بالفريز هو 3 أسابيع.

الأرضي قليل جداً، وبالتالي يتحلل الجزء المدمص على الطين بواسطة الكائنات الحية الدقيقة (Franz et al., 1998). واستخدام الغليفوسات يخفض امتصاص الحديد والمنغنيز والزنك والبورون من قبل النباتات نتيجة جلبه للعناصر الصغرى (Neumann et al., 2006).

وعند دراسة متبقيات المبيد في نباتات الباذنجان البري بعد آخر رشّة وجد أنّ متبقيات المبيد في نباتات الباذنجان البري في التربة المعاملة بالمبيد 3 مرات أقل منها بفروق معنوية في نباتات المعاملة بالمبيد 6 مرات في جميع القطع التجريبية المدروسة. ويعود ذلك لتكرار الرش بالمبيد خلال الموسم الواحد حيث كانت النباتات موجودة بأطوار مختلفة. كما أنّ النباتات خلال وجودها بالحقل تمتص جزيئات المبيد الموجودة في التربة مع الماء خلال فترة النمو، فقد أثبت العديد من

جدول 3. تركيز مبيد غليفوسيت في التربة والنبات بعد تكرار الرش، وتأثيره في محتوى المادة العضوية والفوسفور المتاح.

Table 3. Glyphosate herbicide concentration in soil and plant after repeated spraying and effects on organic matter and available phosphorous content.

P ₂ O ₅ (مغ/كغ) (mg/kg)	تركيز المبيد (مغ/كغ) Pesticide concentration (mg/kg)		المادة العضوية % Organic matter %	المعاملات* Treatments*	الموقع Region
	التربة Soil	الأوراق Leaves			
88	0.0	0.0	1.25	شاهد Control	دير الزور
140	0.63	0.11	1.42	3Glyphosate	Deir Ezzor
176	1.72	0.49	1.81	6Glyphosate	
26.3	0.78	0.21	0.29		
136	0.0	0.0	2.33	شاهد Control	حلب
184	2.12	0.71	2.86	3Glyphosate	Aleppo
203	3.53	1.89	2.91	6Glyphosate	
13.2	1.17	0.82	0.31		
126	0.0	0.0	1.64	شاهد Control	حماة
171	3.23	0.87	1.79	3Glyphosate	Hama
196	4.89	1.56	2.06	6Glyphosate	
21.4	2.08	1.40	0.17		
158	0.0	0.0	1.06	شاهد Control	حمص
193	2.15	0.97	1.32	3Glyphosate	Homs
227	4.43	1.34	1.70	6Glyphosate	
27.2	1.57	0.87	0.27		
133	0.0	0.0	1.76	شاهد Control	ريف دمشق
172	1.65	0.16	1.95	3Glyphosate	Damascus countryside
205	2.29	1.48	2.32	6Glyphosate	
29.5	0.73	1.02	0.25	-	

* 3Glyphosate = رش بالمبيد ثلاث مرات؛ 6Glyphosate = رش بالمبيد ستة مرات.

* 3Glyphosate= pesticide sprayed three times; 6Glyphosate= pesticide sprayed six times.

للتحلل الكيميائي، ويدمصص على جزيئات المادة العضوية، وقابل للتراكم بالتربة (Piccolo *et al.*, 1996).

التغير الميكروبي في التربة

تظهر النتائج في الجدول 4 تأثير تكرار رش مبيد الغليفوسات خلال فترة الدراسة، ونوع التربة، في التعداد العام للبكتيريا، والأكتينومايسيتس، والفطور في منطقة الرزوسفير لجذور عشبة الباذنجان البري. أدى رش المبيد 3 أو 6 مرات على التربة خلال فترة الدراسة إلى تغيرات معنوية، في التعداد العام للفطور، والبكتيريا بين المعاملتين، وكذلك مقارنة بالشاهد غير المعامل وقد كان التباين بالتعداد وفقاً للموقع وعدد مرات الرش، ونوع الكائنات الحية الدقيقة المدروسة. قد يفسره التغير بالعناصر الصغرى المتاحة للكائنات الحية بالتربة، نتيجة وجود متبقيات المبيد في التربة.

وجد في البرازيل وأمريكا أن تطبيق الغليفوسات يخفض امتصاص العناصر الصغرى من قبل النباتات المقاومة للغليفوسات، والنباتات غير المقاومة للغليفوسات، وبالتالي يسبب العوز بالعناصر الصغرى (Huber, 2007؛ Huber & McCay-Buis, 1993). وبالتالي يغير الغليفوسات بالتركيب الميكروبية بالتربة، نتيجة تغيرات تراكم العناصر الغذائية (Johal & Huber, 2009؛ Kremer *et al.*, 2005).

كما وجد أن تركيز متبقيات المبيد في التربة تباين وفقاً للموقع، تركيز المادة العضوية وعدد مرات الرش. فقد ازداد تركيز المتبقيات بزيادة عدد مرات الرش، وتركيز المادة العضوية. فقد بلغ تركيز متبقيات المبيد في القطع التجريبية المعاملة 6 مرات كالتالي: 1.72، 3.53، 4.82، 4.43 و 2.29 جزء في المليون في كل من دير الزور، حلب، حماة، حمص وريف دمشق، على التوالي. يعود زيادة المتبقيات لزيادة عدد مرات الرش، وكذلك لتسرب متبقيات المبيد من بقايا نباتات الباذنجان البري المعاملة. وجد (Penaloza-Vazquez *et al.*, 1995) أن الغليفوسات يستمر بالتربة لفترة طويلة نتيجة ادمصاصه على الطين والمواد العضوية بالتربة، ويصبح غير متاح للتحلل الميكروبي. كما وجد أن متبقيات المبيد تختفي من التربة بوساطة الكائنات الحية الدقيقة بالتربة (Santos *et al.*, 2004؛ Weaver *et al.*, 2007). فقد ذكر بأن نصف عمر مبيد الغليفوسات كان 30-170 يوم (Tomlin, 2000). كما وجد أن رش المبيد غليفوسات مرتان أو ثلاثة أو أربع مرات يخفض تأكسد الكربون إلى أكسيد ثاني الكربون، وبالتالي زيادة نصف عمر المبيد، و تراكم المبيد بالتربة مقارنة مع رشة واحدة (de Andréa *et al.*, 2003). وتتوقف درجة وسرعة تحلل مبيد الغليفوسات بالتربة على الشروط البيئية من حرارة ورطوبة ودرجة الحموضة، كما أن نصف عمر المبيد بالتربة بالمتوسط 33 يوماً من 1-130 يوم (European Commission, 2002). أثبت Franz *et al.* (1998) أن المبيد قليل الانتقال بالتربة وكذلك مقاوم

جدول 4. تأثير تكرار الرش بمبيد الأعشاب غليفوسات في التعداد العام الميكروبي في التربة.

Table 4. Effect of repeated spraying of Glyphosate herbicide on the total soil microbial count.

المنطقة Region	التعداد العام Total count	الرش 3 مرات 3 sprays	الرش 6 مرات 6 sprays	الشاهد Control	LSD _{0.05}
دير الزور Deir Ezzor	بكتيريا فطور	22.9 6.4	24.7 9.5	17.31 3.2	1.89 1.86
حلب Aleppo	بكتيريا فطور	25.7 8.7	26.5 11.2	22.4 7.2	1.27 3.86
حماة Hama	بكتيريا فطور	28.2 5.9	29.1 6.23	22.5 4.8	1.34 2.71
حمص Homs	بكتيريا فطور	18.1 5.3	19.4 7.2	16.5 2.9	1.42 1.49
ريف دمشق Damascus countryside	بكتيريا فطور	23.3 6.1	25.8 8.9	19.5 4.1	2.64 3.12

التعداد العام للفطور = 10^2 غرام تربة، التعداد العام للبكتيريا = 10^4 غرام تربة. القيم في الجدول هي متوسط ثلاثة مكررات.

Fungi total count = $X10^2$ /g of soil, Bacteria total count = 10^4 /g of soil.
Values are the mean of three replicates.

الشاهد. فقد بلغ التعداد العام للفطور في القطع المرشوشة 6 مرات كالتالي: 9.5، 11.2، 6.23، 7.2 و 10×8.9^2 في كل من دير الزور وحلب وحماة وحمص وريف دمشق على الترتيب. وهذا يتوافق مع نتائج Quinn *et al.* (1989) الذين بينوا أن إضافة الغليفوسات إلى التربة أكثر من مرة يؤدي إلى تغير التركيب الميكروبي للتربة. ووجد Krzyśko-Lupicka *et al.* (1997) أن نشاط الفطور بالتربة يزداد برش مبيد غليفوسات وهذا يعود لكونها أهم الكائنات الحية الدقيقة المحللة للغليفوسات. كما ذكر العديد من الباحثين أن رش مبيد الغليفوسات لفترة طويلة و تكرار رش مبيد الغليفوسات فقط يؤثر في تغيرات التجمعات الميكروبية (Huber, 2007)؛ Yamada *et al.*, 2009). وتعد الأجناس الفطرية التالية أكثر قدرة على تحليل الغليفوسات: *Penicillium citrium* (Pothuluri *et al.*, 1998)، *Penicillium natatum* (Pothuluri *et al.*, 1992)، *Penicillium chrysogenum* (Klimek *et al.*, 2001)؛ Zboinska *et al.*, 1992)، *Alternaria alternata* (Lipok *et al.*, 2003)؛ وفطر Sudol & Krzyśko-Lupicka, 2005) *Fusarium*. وذكر Araşjo *et al.* (2003) أن إضافة الغليفوسات للتربة يزيد تجمعات الفطور، وفسر ذلك بتأثير الاستخدامات الطويلة الأمد للغليفوسات. وبشكل عام أكد العديد من الباحثين أن رش مركب الغليفوسات يزيد نشاط الميكروبات (Haney *et al.*, 2002؛ Lancaster *et al.*, 2010).

كما وجد Lancaster *et al.* (2010) أن تكرار رش الغليفوسات يزيد من قدرة الميكروبات في استخدام الغليفوسات. فقد ذكر عدد من الباحثين أن مبيد الغليفوسات يتحلل بالحقل بفعل الكائنات الحية الدقيقة (Rueppel *et al.*, 1977). حيث يمتلك نسبة منخفضة من الكربون للأزوت 3: 1 وبالتالي يتحلل بسرعة ويعطي غاز الكربون (Haney *et al.*, 2002). وأشار عدد من الباحثين أن العديد من الكائنات الحية الدقيقة تستخدم مبيد الغليفوسات كمصدر للفوسفور والكربون (Liu *et al.*, 1991؛ Neumann *et al.*, 2006) من جهة أخرى ازداد التعداد العام للبكتيريا في الترب المعاملة 3 و 6 مرات بالررش بالمبيد بفروق معنوية بين المعاملات والشاهد، في حين لم يكن هناك فروق معنوية بين المعاملتين في مواقع الدراسة جميعها. فقد بلغ التعداد العام للبكتيريا في القطع المرشوشة 6 مرات كالتالي: 24.2، 26.5، 29.1، 19.4 و 25.8×10^4 في كل من دير الزور وحلب وحماة وحمص وريف دمشق، على التوالي. وهذا يتوافق مع Quinn *et al.* (1989) حيث أشاروا إلى أن إضافة البكتيريا في التربة لها قدرة على استخدام مركب الغليفوسات كمصدر للفوسفور. وأهم الأجناس البكتيريا المحللة للغليفوسات *Pseudomonas sp.* (Kertesz *et al.*, 1994)، *Alcaligene sp.* (Tolbot *et al.*, 1984)، *Bacillus megaterium* 2BLW (Quinn *et al.*, 1989) و *Geobacillus caldxylosilyticus* T20 (Obojska *et al.*, 2002). من جهة أخرى زاد التعداد العام للفطور في القطع المرشوشة 3 و 6 مرات بفروق معنوية مقارنة مع القطع التجريبية (غير المعاملة)

Abstract

Bakkour, F., A. El-Meamar and Z. El-Naser. 2021. Effect of Spraying Glyphosate Herbicide on *Solanum elaeagnifolium* in Uncultivated Fields and on Physicochemical and Biological Soil Characteristics. Arab Journal of Plant Protection, 39(4): 296-308. <https://doi.org/10.22268/AJPP-39.4.296308>

Glyphosate herbicide is used in uncultivated fields infested with *Solanum elaeagnifolium* plants several times a year in all Syrian governorates by the Ministry of Agriculture. This research aimed to study the effect of repeated spraying of glyphosate in uncultivated fields in five different locations in the Syrian governorates, Deir Ezzor (Tebni), Aleppo (Dakwani), Hama (Bostan AL-Omahat), Homs (AL-Zahoria) and Rural Damascus (Bohter) during the period 2017-2020, on the physicochemical and biological characteristics of the treated soils. Herbicide residues were measured in the leaves of the treated *Solanum elaeagnifolium* plants and in the soils surrounding the roots of the *Solanum elaeagnifolium* plants. It was found that the repetition of the pesticide spray 3 and 6 times during the study period did not alter the physical composition, salinity, pH and calcium carbonate content in all study locations. Whereas, spraying glyphosate 3 and 6 times increased the percentage of organic matter and phosphorus available, with a significant difference with the control. The values of available phosphorus after 6 pesticide spray applications reached 176, 203, 196, 227 and 205 mg/kg of soil in Deir Ezzor, Aleppo, Hama, Homs and Rural Damascus, respectively. In addition, repeated spraying with glyphosate of the treated soils led to increase the average general bacteria and fungi populations. These indicators were increased with the increase in the number of pesticide sprays applied. Furthermore, the pesticide residues increased in the soil and *Solanum elaeagnifolium* leaves with the increase in number of pesticide sprays. Pesticide residue values after 6 sprays were 1.72, 3.53, 4.89, 4.43 and 2.29 mg/kg of soil in Deir Ezzor, Aleppo, Hama, Homs and Rural Damascus locations, respectively.

Keywords: Glyphosate, *S. elaeagnifolium*, residues, microorganisms, soil.

Affiliation of authors: F. Bakkour, A. El-Meamar and Z. El-Naser*, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria, *Email of corresponding author: zinzanaser@gmail.com

References

- Cooley, A.W. and D.T. Smith.** 1973. Silverleaf nightshade (whiteweed) established from seed and clipped seedlings. Pages 6-9. In: Weed and Herbicide Research in West Texas 1971-1973. Progress Report 3198. Consolidated Progress Report 3197-3209, August, 1973. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, Texas.
- Coupland, D. and J.C. Caseley.** 1979. Presence of ¹⁴C activity in root exudates and guttation fluid from *Agropyron Repens* treated with ¹⁴C-labelled glyphosate. *New Phytologist*, 83(1): 17-22.
- Couture, G. and J. Legris.** 1988. Residues de glyphosate dans le sol forestier suite a des pulverizations terrestres en 1985 et 1986. Gouvernement du Quebec, Ministère de l'Energie et des Ressources, Direction de la Conservation. 22 pp.
- D'anieri, P., S.M. Zedaker, J.R. Seiler and R.F. Kreh.** 1990. Glyphosate translocation and efficacy relationships in red maple, sweetgum and loblolly pine seedlings. *Forest Science*, 36(2): 438-447.
- de Andréa, M.M., T.B. Peres, L.C. Luchini, S. Bazarin, S. Papini, M.B. Matallo and V.L.T. Savoy.** 2003. Influence of repeated applications of glyphosate on its persistence and soil bioactivity. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 38(11): 1329-1335.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003001100012>
- Duke, S.O. and S.B. Powles.** 2008. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science*, 64: 319-325.
<https://doi.org/10.1002/ps.1518>
- El-Gendy, K., E. Mosallam, N. Ahmed and N. Aly.** 2018. Determination of glyphosate residues in Egyptian soil samples. *Analytical Biochemistry*, 557: 1-6.
<https://doi.org/10.1016/j.ab.2018.07.004>
- ESYD G-FYTOPROST.** 2016. Guidance document on method validation and quality control procedures for pesticides residues laboratories. 36 pp.
- European Commission.** 2002. Report for the active substance glyphosate, directive 6511/VI/9. 56 pp.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization).** 2017. Food Standards Programme. Pesticide residues in food. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Rome, Italy. 1325 pp.
- Franz, J.E., M.K. Mao and J.A. Sikorski.** 1998. Glyphosate, a unique global herbicide. *American Chemical Society, Monograph* 189, 1997, 653 pp. Book Review. *Weed Technology*, 12(3): 564-565.
<https://doi.org/10.1017/S0890037X0004433X>
- Haney, R.L., S.A. Senseman and F.M. Hons.** 2002. Effect of roundup ultra on microbial activity and biomass from selected soils. *Journal of Environmental Quality*, 31(3): 730-735.
<https://doi.org/10.2134/jeq2002.7300>
- كحيل، هيثم.** 2000. دراسة بقايا مبيدات الكلوربيريفوس في ثمار التفاح وانتقالها إلى حليب الأبقار المغذاة على ثمار معاملة. قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 160 صفحة.
- [Kaheel, H.D.** 2000. *Study of chlorperpyphos and dimethoate residues in apple fruits and their transfer to the milk of cows fed on treated fruits.* Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria. 160 pp. (In Arabic).]
- المعمار، أنور، عبد الكريم محمد، عدنان عثمان، سمير طباش و خلدون يونس.** 2010. الباذنجان البري. مديرية وقاية النبات بالتعاون مع الهيئة العليا للبحث العلمي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية. 22 صفحة.
- [Al-Mouemar, A., A. Mohamed, A. Othman, S. Tabbash and Kh. Younis.** 2010. *Wild eggplant.* Directorate of Plant Protection in collaboration with High Authority for Scientific Research, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus, Syria. 22 pp. (In Arabic).]
- Allen, O.N.** 1959. Experiments in soil bacteriology. Third ed., Burgess Publishing Co., Minneapolis, 15-Minnesota.
- Almouemar, A.** 2006. L'Etat Actuelle de l'Extension de (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) en Syrie. Workshop *Solanum*, Sousa, Tunisia.
- Ameur, A. and M. Bouhache.** 1994. Emergence dynamique of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) in sugar beet and wheat in Tadla (Morocco). Fifth Arab Congress of Plant Protection, Fes, Morocco. Page 220.
- Araçjo, A.S.F., R.T.R. Monteiro and R.B. Abarkeli.** 2003. Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. *Chemosphere*, 52: 799-804.
- Bache, B.W.** 1984. The role of calcium in buffering soils. *Plant, Cell & Environment*, 7(6): 391-395.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1984.tb01428.x>
- Bouhache, M., C. Boulet and H. Mounir.** 1993. Lutte chimique contre *Solanum elaeagnifolium* cav. Dans les zones non Cultivées. *Al Awamia*, 83: 139-152.
- Bouyoucos, G.J.** 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54(5): 464-465.
<https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x>
- Bunt, J.S. and A.D. Rovira.** 1955. Microbiological studies of some subantarctic soils. *European Journal of Soil Science*, 6(1): 119-128.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1955.tb00836.x>
- Cessna, A.J. and N.P. Cain.** 1992. Residues of glyphosate and its metabolite AMPA in strawberry fruit following spot and wiper applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 72(4): 1359-1365.
<https://doi.org/10.4141/cjps92-168>
- Cobb, A.** 1992. *Herbicides and plant physiology.* Chapman & Hall, London.

- composition and the mineralization of glyphosate. *Pest Management Science*, 66(1): 59-64.
<https://doi.org/10.1002/ps.1831>
- Lipok, J., L. Dombrowska, P. Wieczorek and A. Kafarski.** 2003. The ability of fungi isolated from stored carrot seeds to degrade organophosphonate herbicides. Pages 575-580. In: *Pesticide in Air, Plant, Soil and Water System, Proceedings of the XII Symposium of Pesticide Chemistry*. A.A.A. Del Re, E. Capri, L. Padovani and M. Trevisan (eds.). Universita Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy, La Goliardica Pavese.
- Liu, C.-M., P.A. McLean, C.C. Sookdeo and F.C. Cannon.** 1991. Degradation of the herbicide glyphosate by members of the family *Rhizobiaceae*. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(6): 1799-1804.
<https://doi.org/10.1128/AEM.57.6.1799-1804.1991>
- Loeppert, R.H. and D.L. Suarez.** 1996. Carbonate and gypsum. Pages 437-474. In: *Methods of soil analysis: Part 3-Chemical methods*. D.L. Sparks (ed.). Soil Sci. Am. Book Series No. 5. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Martins-Júnior, H.A., D.T. Lebre, A.Y. Wang, M.A.F. Pires and O.V. Bustillos.** 2009. An alternative and fast method for determination of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) residues in soybean using liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 23(7): 1029-1034.
<https://doi.org/10.1002/rem.3960>
- McLean, E.O.** 1983. Soil pH and lime requirement. Pages 199-224. In: *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. A.L. Page (ed.). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison.
- Munira, S., A. Farenhorst, D. Flaten and C. Grant.** 2016. Phosphate fertilizer impacts on glyphosate sorption by soil. *Chemosphere*, 153: 471-477.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.03.028>
- Nather, O.O. and J.M. Abiodun.** 2017. Analysis of pesticide residues in agricultural soil using high performance liquid chromatography (HPLC). *International Journal of Science and Research*, 6(10): 785-788.
- Neumann, G., S. Kohls, E. Landsberg, K. Stock-Oliveira Souza, T. Yamada and V. Römheld.** 2006. Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 20: 963-969.
- Newton, M., L.M. Horner, J.E. Cowell, D.E. White and E.C. Cole.** 1994. Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in North American forests. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(8): 1795-802.
<https://doi.org/10.1021/jf00044a043>
- Nigussie, T., M. Saraswathi and A. Mama.** 2019. Impact of glyphosate on agricultural soil quality in Sinana Woreda, South Eastern Ethiopia. *Chemistry and Materials Research*, 11(10): 10-18.
<https://doi.org/10.7176/CMR/11-10-02>
- Houot, S., E. Topp, A. Yassir and G. Soulas.** 2000. Dependence of accelerated degradation of atrazine on soil pH in French and Canadian soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(5): 615-625.
[https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(99\)00188-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(99)00188-1)
- Huber, D.** 2007. Strategies to ameliorate glyphosate immobilization of manganese and its impact on disease. *Phytopathology*, 97: S168-S168.
- Huber, D.M. and T. McCay-Buis.** 1993. A multiple component analysis of the take-all disease of cereals. *Plant Disease*, 77(5): 437-447.
<https://doi.org/10.1094/PD-77-0437>
- Johal, G.S. and D.M. Huber.** 2009. Glyphosate effects on diseases of plants. *European Journal of Agronomy*, 31(3): 144-152.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.04.004>
- Joret, G. and J. Herbert.** 1955. Contribution à la détermination du besoin des sols en acide phosphorique. *Annals Agronomie*, 2: 233-299.
- Kaufman, D.D., J. Katan, D.F. Edwards and E.G. Ordan.** 1985. Microbial adaptation and metabolism of pesticides. Pages 437-451. In: *Agricultural Chemicals of the Future*. J.L. Hilton (ed.). Beltsville Symposia in Agricultural Research 8. Rowman & Allanheld, Totowa, N.J.
- Kertesz, M.A., A.M. Cook and T. Leisinger.** 1994. Microbial metabolism of sulfur- and phosphorus-containing xenobiotics. *FEMS Microbiological Reviews*, 15(2-3): 195-215.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1994.tb00135.x>
- Khanas, M.** 1996. Etude de la Variabilité Morphologique et Cytologique Chez les Populations à Fleurs Violette et Blanch de la Morelle Jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) Dans le Tadla. Doctorat de Troisième Cycle. Université Mohammed V, Fac. Scie. Rabat. 132 pp.
- Klimek, M., B. Lejczak, P. Kafarski and G. Forlani.** 2001. Metabolism of the phosphonate herbicide glyphosate by a non-nitrate-utilizing strain of *Penicillium chrysogenum*. *Pest Management Science*, 57(9): 815-821.
<https://doi.org/10.1002/ps.366>
- Kremer, R., N. Means and S. Kim.** 2005. Glyphosate affects soybean root exudation and rhizosphere microorganisms. *International Journal of Analytical Environmental Chemistry*, 85(15): 1165-1174.
<https://doi.org/10.1080/03067310500273146>
- Krzyśko-Lupicka, T., W. Strof, K. Kubś, M. Skorupa, P. Wieczorek, B. Lejczak and P. Kafarski.** 1997. The ability of soil-borne fungi to degrade organophosphonate carbon-to-phosphorus bonds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 48(4): 549-552.
<https://doi.org/10.1007/s002530051095>
- Laakari, A.** 1996. Influence de Certains Facteurs sur le Control Chimique de la morelle Jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). D.E.S. Doctorat de 3^{ème} Cycle. Fac. Des Sciences Semlalia. Marrakech, Maroc. 216 pp.
- Lancaster, S.H., E.B. Hollister, S.A. Senseman and T.J. Gentry.** 2010. Effects of repeated glyphosate applications on soil microbial community

- Santos, J.B., R.J.S. Jacques, S.O. Procópio, M.C.M. Kasuya, A.A. Silva and E.A. Santos.** 2004. Efeitos de diferentes formulaoes comerciais de glyphosate sobre estirpes de Bradyrhizobium (Effects of different glyphosate commercial formulations on Bradyrhizobium strains). *Planta Daninha*, 22(2): 293-299.
<https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000200017>
- Sebiomo, A., V.W. Ogundero and S.A. Bankole.** 2011. Effect of four herbicides on microbial population, soil organic matter and dehydrogenase activity. *African Journal of Biotechnology*, 10(5): 770-778.
- Sharma, A.K.** 2002. Bio-fertilizers for sustainable agriculture. Agrobios Indian Publication, 407 pp.
- Sims, G.K., B.J. Danzer and R.F. Potera.** 2002. Role of optake in bioavailability of herbicides to microorganisms. In: 10th IUPAC International Congress on the Chemistry of Crop Protection, Basel, Switzerland. 213 pp.
- Singh, B.K. and A. Walker.** 2006. Microbial degradation of organophosphorus compounds. *FEMS Microbiology Review*, 30(3): 428-471.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2006.00018.x>
- Stoytcheva, M.** 2011. Pesticides - Strategies for Pesticides Analysis. Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia. 416 pp.
- Sudol, T. and T. Krzyśko-Lupicka.** 2005. Direct indicator of determination of glyphosate decomposition by filamentous fungi. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 39: 257-261.
- Thompson, D.G., D.G. Pitt, T.M. Buscarini, B. Staznik and D.R. Thomas.** 2000. Comparative fate of glyphosate and triclopyr herbicides in the forest floor and mineral soil of an Acadian forest regeneration site. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(11): 1808-1816.
<https://doi.org/10.1139/x00-112>
- Tolbot, H.W., L.M. Johnson and D.M. Munneck.** 1984. Glyphosate utilization by *Pseudomonas* sp. and *Alcaligenes* sp. isolated from environmental sources. *Current Microbiology*, 10: 255-259.
<https://doi.org/10.1007/BF01577137>
- Tomlin, C.** 2000. The Pesticide Manual. 12th edition. BCPC Publications, Surrey, UK. 539 pp.
- Van Faassen, H.G. and G. Lebbink.** 1994. Organic matter and nitrogen dynamics in conventional versus integrated arable farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 51(1-2): 209-226.
- Vidali, M.** 2001. Bioremediation- An overview. *Pure and Applied Chemistry*, 73(7): 1163-1172.
<https://doi.org/10.1351/pac200173071163>
- Vigna, M.R., O.A. Fernandez and R.E. Brevedan.** 1981. *Biologia Control de (Solanum elaeagnifolium Cav.)* (Revision Bibliographica), Revisa Facultad de Agronomica, 2(2): 79-89.
- Walkley, A. and I.A. Black.** 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1): 29-38.
- Obojska, A., N.G. Ternana, B. Lejczak, P. Kafarski and G. McMullan.** 2002. Organophosphonate utilization by the thermophile *Geobacillus caldoxylosilyticus* T20. *Applied Environmental Microbiology*, 68(4): 2081-2084.
<https://doi.org/10.1128/AEM.68.4.2081-2084.2002>
- Penalzoza-Vazquez, A., G.L. Mena, L. Herrera-Estrella and A.M. Bailey.** 1995. Cloning and Sequencing of the genes involved in glyphosate utilization by *Pseudomonas pseudomallei*. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(2): 538-543.
<https://doi.org/10.1128/AEM.61.2.538-543.1995>
- Piccolo, A., G. Celano and P. Conte.** 1996. Adsorption of glyphosate by humic substances, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8): 2442-2446.
<https://doi.org/10.1021/jf950620x>
- Pline, W.A., J.W. Wilcut, S.O. Duke, K.L. Edmisten and R. Wells.** 2002. Tolerance and accumulation of shikimic acid in response to glyphosate applications in glyphosate-resistant and nonglyphosate-resistant cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50(3): 506-512.
<https://doi.org/10.1021/jf0110699>
- Poiger, T., I.J. Buerge, A. Bächli, M.D. Müller and M.E. Balmer.** 2017. Occurrence of the herbicide glyphosate and its metabolite AMPA in surface waters in Switzerland determined with on-line solid phase extraction LC-MS/MS. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(2): 1588-1596.
<https://doi.org/10.1007/s11356-016-7835-2>
- Pongraveevongsa, P., W. Khobjai, K. Wunnapuk and P. Sribanditmongkol.** 2008. High-performance liquid chromatography/UV detection for determination of Glyphosate in serum and gastric content. *Chiang Mai Medical Journal*, 47(4): 155-162.
- Pothuluri, J.V., R.H. Heflich, P.P. Fu and C.E. Cerniglia.** 1992. Fungal metabolism and detoxification of fluoranthene. *Applied and Environmental Microbiology*, 58(3): 937-941.
- Pothuluri, J.V., Y.C. Chung and Y. Xiong.** 1998. Biotransformation of 6-nitrochrysene. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(8): 3106-3109.
- Quinn, J.P., J.M.M. Peden and R.E. Dick.** 1989. Carbon-phosphorus bond cleavage by gram-positive and gram-negative soil bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 31: 283-287.
- Rayment, G.E. and D.J. Lyons.** 2011. *Soil Chemical Methods: Australasia. Volume 3.* CSIRO Publishing. Australia.
- Rhoades, J.D.** 1993. Electrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity. *Advances in Agronomy*, 49: 201-251.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60795-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60795-6)
- Rueppel, M., B. Brightwell, J. Schaefer and J. Marvel.** 1977. Metabolism and degradation of glyphosate in soil and water. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 25(3): 517-528.
<https://doi.org/10.1021/jf60211a018>
- Sanco.** 2011. Method validation and quality control procedures for pesticide residue analysis in food and feed. Document no. 12495/2011, 8:15.

Yan, Z., S. Chen, B. Dari, D. Sihi and Q. Chen. 2018. Phosphorus transformation response to soil properties changes induced by manure application in a calcareous soil. *Geoderma*, 322(15): 163-171.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.035>

Zboinska, E., I. Maliszewska, B. Lejczak and P. Kafarski. 1992. Degradation of organophosphonates by *Penicillium citrinum*. *Letters in Applied Microbiology*, 15(6): 269–272.
<https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1992.tb00781.x>

Weaver, M., L.J.L. Kruta, R.M. Zablotowicz and K.N. Reddy. 2007. Effects of glyphosate on soil microbial communities and its mineralization in a Mississippi soil. *Pest Management Science*, 63(4): 388-393.
<https://doi.org/10.1002/ps.1351>

Yamada, T., R. Kremer, P. Castro and B. Wood. 2009. Glyphosate interactions with physiology, nutrition, and diseases of plants: Threat to agricultural sustainability? *European Journal of Agronomy*, 31(3): 111-113.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.07.004>

Received: May 8, 2021; Accepted: October 19, 2021

تاريخ الاستلام: 2021/5/8؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2021/10/19