Journal of Weed Ecology
Vol. 1, No. 1, Spring and Summer 2013, Page 41-53

دو فصلنامه بوم شناسی علف‌های هرز
جلد۱، شماره۱، بهار و تابستان۱۳۹۲، ص ٤١-٥٣

بررسی اثر متام سدیم بر مهار علف‌های هرز، گل جالیز (*Phelipanche aegyptiaca* Pers.) و تنفس میکروبی خاک در گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

عادله عصاران[۱]، محمدحسن هادی‌زاده*[۲]، کیومرث بخش‌کلارستاقی[۳]، سید حسین ترابی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/٦/١٦

چکیده

گل جالیز یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع گوجه فرنگی است و یکی از روش‌های مبارزه با آن استفاده از مواد تدخینی است. پژوهشی به این منظور طی سال ۱۳۹۰در منطقه مشهد در مزرعه نمونه متعلق به آستان قدس رضوی به اجرا درآمد. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ٦تیمار شامل صفر، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار متام سدیم از ماده تجارتی واپام(۳۲/۷ درصد-اس ال) در ٤ تکرار پیاده شد. هر کرت به دو قسمت تقسیم شد و در یک نیمه علف‌های هرز به جز گل جالیز وجین دستی شدند ولی در نیمه دیگر هیچ وجینی انجام نشد. متام سدیم با استفاده از دستگاه خودکار تزریق قلمی به کار برده شد. تعداد اندام هوایی و وزن خشک گل جالیز در نیمه کرت عاری از علف‌های هرز و سایر علف‌های هرز در نیمه وجین نشده اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که کاهش آلودگی علف‌های هرز در اثر مصرف متام سدیم تابع منحنی لجیستیک با سه پارامتر بود. حساسیت علف‌های هرز مختلف متفاوت بود به طوریکه علف‌های هرز شامل تاج خروس و سلمه با ED50 معادل ٤٧٤ و ۷۷۵ لیتر در هکتار تحمل بیشتری نسبت به خرفه، تاج‌ریزی و سوروف نشان دادند. با این حال عملکردی از کرت‌های وجین نشده برداشت نشد. تراکم گل جالیز در کرت‌های عاری از سایر علف هرز دارای روند مشخصی نبود، ولی تعداد میوه و عملکرد گوجه فرنگی در واحد سطح به طور خطی با مصرف متام سدیم افزایش داشت. تاثیر متام سدیم بر کاهش تنفس میکروبی خاک از معادله غیر خطی گامپرتز پیروی کرد.

واژه‌های کلیدی: دز-پاسخ، عملکرد، گامپرتز، لجیستیک

[۱]. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
[۲]. استادیار بخش تحقیقات گیاه پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
[۳]. استادیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
[٤]. محقق بخش تحقیقات گیاه پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
* نویسنده مسئول: Mhhadizadeh@iripp.ir

مقدمه

سطح زیر کشت گوجه فرنگی در خراسان رضوی ۱٤٥۰۰ هکتار و متوسط عملکرد آن ۳٦/٤ تن در هکتار است(۲). گل جالیز[1] (*Phelipanche* spp.) انگل اجباری کامل[2] ریشه گیاهان دو لپه بوده که دامنه میزبانی آن در بین گیاهان دو لپه وسیع است. (۱۰، ۲۹ و ۳۱). این انگل خسارت شدیدی به گیاه میزبان وارد نموده و بین ٥ تا ۱۰۰درصد خسارت برای آن در منابع علمی مختلف گزارش شده است(۱۱). گل جالیز مصری گونه غالب در خراسان رضوی است که دارای گل‌هایی بنفش تا آبی تیره رنگ و پایه های کوتاه با انشعابات فراوان وچند شاخه است و در مزارع گوجه فرنگی بیشترمشاهده می‌شود(٤).

به دلیل زیست شناسی خاص گل جالیز مشاهده‌ی آن در سطح خاک هنگامی است که خسارت زیادی به گیاه میزبان وارد شده است، از این رو مهار آن راه‌کارهای ویژه‌ای را می‌طلبد(۲٥). مشکل گل جالیز فقط مربوط به کاهش عملکرد نمی‌شود بلکه خاک آلوده اصطلاحاً مبتلا به مرض گل جالیز می‌شود (۷ و ۱۱). یکی از دلایل دشواری مهار گل جالیز تولید بذرهای غبار مانند بسیاری است (بیش از ۲۰۰ هزار بذر در هر بوته) که می توانند تا ۱٥ سال در خاک زنده بمانند(۱۰، ۱٦ و ۲۳). از این رو انهدام و ریشه کنی بانک بذر گل جالیز در خاک یکی از اهداف مهم برنامه‌های مدیریت گل جالیز محسوب می‌شود (۲۳). بذر گل جالیز پس از سپری کردن شرایط پیش آماده سازی[3] هنگامی که در کنار ریشه گیاه میزبان قرار می‌گیرد زیر تاثیر مواد ترشح شده از ریشه گیاه میزبان تحریک شده وجوانه می‌زند و در مرحله بعد با تشکیل اندام مکنده[4]، آن را در ریشه میزبان فرو می‌برد و از مواد غذایی آماده استفاده می‌کند(۳۱). یکی از راه‌کارهای شیمیایی مهار گل جالیز در شرایط آلودگی زیاد استفاده از مواد ضد عفونی کننده و زنده کش‌ها است که از میان آن‌ها می‌توان به متام سدیم اشاره کرد. این ترکیب از گروه مونومتیل دی‌تیوکاربامات‌ها که نماتدها، قارچ‌های خاکزاد مانند فوزاریوم *Fusarium* spp.، پیتیوم *Pythium* spp. و رایزوکتونیا *Rhizoctonia* spp.، و بعضی از حشرات خاکزی را از بین می‌برد (۲، ۱۲ و ۱۳). هم‌چنین می‌تواند از جوانه زنی بذر و رشد علف‌های هرز نیز جلوگیری کند(۲۰). شکل تجارتی متام سدیم با نام واپام به شکل (SL ۳۲/۷) به ثبت رسیده است(۳). فرمول بسته متام سدیم به شکل CH3-NH-CS-S-Na است و ماده موثره حاصل از آن در کنار رطوبت، متیل ایزو تیوسیانات (CH3NCS) است که به شکل بخار آزاد شده و می‌تواند با نفوذ به اندام‌های زنده موجودات آن‌ها را از بین ببرد (۸ و ۲۷). متیل ایزوتیوسیانات و سایرآنالوگ‌های ایزوتیوسیانات در مقادیر کم (۱۰-۰/۱ میلی‌گرم در لیتر) اثر تحریک کنندگی ولی در مقدار زیاد (۱۰۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اثر بازدارندگی بر جوانه زنی می‌شوند(۳۸). روند ناپدیدشدن متیل ایزوتیوسیانات خود تابع روند معادله کینتیک مرتبه اول است که از طریق فرایند تجزیه میکروبی و فیزیکو-شیمیایی صورت می‌گیرد(۸ و ۳۷). میزان مصرف سالانه واپام در آمریکا ۲٦ تا ۲۸ هزار تن گزارش شده است که به دلیل محدود و ممنوع شدن مصرف متیل بروماید جایگزین بسیار خوبی برای آن تلقی می‌شود(٤۲). از موارد مصرف واپام در ایران می‌توان به مهار نماتدهای ریشه‌گره‌ای در گیاهان گلخانه‌های گوجه‌فرنگی، فلفل و مهار علف‌های هرز

[1] *Orobanche* spp.
[2] Obligate holoparasites
[3] Conditioning
[4] Haustorium

خزانه توتون (گل جالیز، اویارسلام، انواع تاج خروس، سلمک، گاوپنبه، تاج‌ریزی) اشاره کرد (۱ و ۳). پس از کاربرد واپام باید بدون فاصله زمین آبیاری شود تا رطوبت به عمق ۱۵ سانتی‌متری نفوذ کند. زمان کاربرد به گونه‌ای انتخاب می شود که دمای خاک ترجیحاً بالاتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بوده و در زمان سم‌پاشی هیچ گیاهی در خاک نباشد. ضدعفونی خاک بسته به بافت خاک، باید یکی دو ماه قبل از کاشت صورت گیرد تا در این فاصله، مسمومیت خاک برطرف شود. بعد از کاربرد سم باید حداقل سه هفته اجازه داد تا باقیمانده سم از خاک خارج شود. برای تهویه خاک و خروج سریع‌تر گاز می‌توان از چنگک استفاده کرد. زمان لازم برای خروج سم از خاک بسته به نوع خاک متفاوت است و برای خروج گازهای سمی از خاک‌های رسی و خاک‌های غنی از مواد آلی مدت زمان بیشتری لازم است (۳).

ماشین‌های مختلفی برای تزریق سم در خاک ساخته شده‌اند که قادرند سم را در عمق مشخصی از خاک قرار داده و سپس با خاک مخلوط کنند و روی آن را بوسیله پلاستیک پوشانیده یا به کمک غلتک و کوبیدن خاک محبوس کنند. به این روش کاربرد در اصطلاح تزریق زیرخاکی قلمی یا چیزلی[1] گفته می‌شود و معمولا ماده تدخینی در عمق ۱۵ تا ٦۰ سانتی متری زیر خاک تزریق می‌شود (۸). به دلیل پایین بودن فشار بخار متیل ایزوتیوسیانات جابجایی آن پس از تزریق متام سدیم در خاک در فواصل عمودی و جانبی کوتاه انجام می‌شود و در نتیجه ممکن است مهار عوامل بیماری زا و علف‌های هرز به خوبی صورت نگیرد(۹). گیلریس و همکاران(۲۱) در طی دو آزمایش در پاییز و بهار نشان دادند مصرف ۹٤۵ لیتر متام سدیم در هکتار باعث کاهش تعداد غده اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus*) در مزرعه گوجه فرنگی شد که فقط در یکی از آزمایشات معنی دار بود و عملکرد گوجه فرنگی نیز در هر دو آزمایش نسبت به شاهد بدون مصرف سم افزایش معنی‌دار داشت. البته به دلیل کامل نبودن مهار عوامل خسارت زا و نتایج غیرقطعی حاصل از مصرف متام سدیم به تنهایی استفاده ترکیبی با مواد تدخینی دیگر یا در کنار سایر علف‌کش‌ها نتایج امید بخش تری را نشان داده است(۲۱، ۲۲ و ۳٤). نتایج یک مطالعه در همدان پس از سه میزان مصرف واپام ۵۵۰، ۱۱۰۰ و ۱٦۰۰ کیلوگرم در هکتار برای مهار نماتد طلایی سیب زمینی نشان داد هیچ لارو و تخم زنده‌ای در ۱۰ سیست، پس از مصرف ۱۱۰۰و ۱٦۰۰ کیلوگرم در هکتار از ماده تجارتی زنده نماندند(۲). تغییر فعالیت و جمعیت میکروبی خاک در اثر مصرف متام سدیم گزارش شده است(۳۰). با توجه به اینکه متام سدیم نوعی ضدعفونی کننده خاک است تجزیه میکروبی تا زمانی که سطح جمعیت میکروبی بازیابی نشود از اهمیت زیادی برخوردار نیست(۸). مطالعه دوگان و یتیس(۱٤) نشان داد مصرف کمپوست پنج درصد از کود مرغی باعث شش برابر افزایش سرعت تجزیه متیل ایزوتیوسیانات شد. افزودن کود و کمپوست و سرعت گرفتن تجزیه ماده موثره متام سدیم در منابع دیگر نیز تایید شده است(٤۱). هم‌چنین مصرف پر تکرار متام سدیم (چند نوبت در سال)، باعث سازگاری ریزجانداران خاک برای تجزیه آن شده و در نتیجه افزایش‌سرعت تجزیه اثربخشی آن کم می‌شود(۳۵ و ٤۱). در مطالعات کلوز و همکاران (۲۷ و ۲۸) آن‌ها اثر مقادیر مختلف مصرف متام سدیم و ۱و۳-دی کلروپیکرین را در علف‌های هرز بررسی کرده و نشان دادند که حساسیت علف‌های هرز مختلف از منحنی‌های لُگ-لجیستیک[2] پیروی کرد. ریتز و استرایبیگ (۳۲)، با معرفی بسته دی-

[1] Shank or chisels injection

[2] Log-Logistic

آر- سی (drc) در پروژه نرم افزار آماری آر(R) مدل‌های هدف از انجام این پژوهش بیان کارایی اثر متام سدیم در مهار علف‌های هرز و گل جالیز در گوجه فرنگی و بر فعالیت میکروبی خاک به کمک منحنی‌های دز-پاسخ بود.

مواد و روش‌ها

این طرح در سال ۱۳۹۰در منطقه مشهد در مزرعه نمونه متعلق به آستان قدس رضوی به صورت طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ٦تیمار و ٤ تکرار اجرا شد. شش میزان مصرف از سم تدخینی متام سدیم شامل صفر، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار از ماده تجارتی واپام(۳۲/۷ درصد-اس ال) برای مصرف در مزرعه کشت بذری گوجه فرنگی در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها ٦ متر در ۱۵ متر بود و هر کرت دارای ٤ ردیف به فاصله ۱/۵ متر با دو خط کشت روی هر ردیف در نظر گرفته شد. فاصله بوته روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی متر منظور شد. هر کرت به دو قسمت تقسیم شد و در یک نیمه علف‌های هرز به جز گل جالیز وجین دستی شدند، ولی در نیمه دیگر علف‌های هرز و گل جالیز تا زمان برداشت نگهداری شدند. کاربرد متام سدیم با استفاده از دستگاه خودکار تزریق چیزلی مدل[1] میکس تیلر پس از انجام دوبار دیسک و در خاکی با شرایط مطلوب رطوبتی در حد ظرفیت زراعی انجام شد. هم‌چنین در حین و پس از کاربرد تیمارها بارندگی صورت گرفت که شرایط بهتری را برای حبس شدن متام سدیم در خاک فراهم کرد. سه هفته بعد از کاربرد متام سدیم، از خاک نمونه مرکب برای هر تیمار به طور جداگانه تهیه شد و با استفاده از گیاه شاخص شاهی آزمون جوانه زنی صورت گرفت. با توجه به مثبت بودن نتایج جوانه زنی، در تاریخ ۹۰/۳/۱۳ اقدام به کشت بذر مناسب را برای پژوهش‌های دز-پاسخ معرفی کردند. گوجه فرنگی رقم فلات سی-اچ در کرت‌های مربوطه شد و اولین آبیاری در ۹۰/۳/۱۷ صورت گرفت. بر اساس نمونه گیری از خاک در کرت های شاهد و کرت‌های تیمار شده بعد از کاربرد متام سدیم ویژگی‌هایی مانند میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد و ویژگی‌های بافت خاک، اسیدیته، ای-سی(EC) و اس-آ-آر (SAR) اندازه گیری شد. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. برای اندازه گیری تنفس میکروبی خاک در تاریخ ۹۰/۵/۲ از روش تله سود استفاده شد و میزان دی اکسید کربن تولیدی صد گرم خاک در طی دوره پانزده روزه به کمک هیدروکسید سدیم (NaOH) تثبیت و سپس با اسید کلریدریک (HCl)تیتر شد(۵). آبیاری به روش تحت فشار با نوار تیپ و عملیات داشت طبق توصیه زراعی انجام شد. تعداد اندام هوایی و وزن خشک گل جالیز در تاریخ ۹۰/۵/۲۵ یعنی ٦۲ روز پس از سبز شدن بذر با استفاده از کوادرات ۰/۵×۰/۵ در نیمه پاکسازی شده کرت از علف های هرز اندازه گیری شد. برای علف‌های هرز نیز از نیمه دیگر نمونه گیری و تعداد و وزن خشک علف های هرز به تفکیک جنس های غالب تعیین شد. برداشت گوجه فرنگی در تاریخ ۹۰/۷/۱۰ به منظور تعیین عملکرد از سطح ۵/۲۵ متر مربع اندازه گیری شد. در نهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزارهایSAS و آر[2] (R) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت(۳۷).

[1]. تهیه شده توسط شرکت کاوش کیمیای کرمان

[2].R version 2.12.1 (2010-12-16), Copyright (C) 2010 The R Foundation for Statistical Computing, ISBN 3-900051-07-0

جدول ۱. تعدادی از خصوصیات فیزکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

درصد کربن آلی	SAR	قسمت در میلیون			pH	EC(ds/m)	درصد		
		نیتروژن(٪)	فسفر	پتاسیم			رس	سیلت	شن
۰/۶	۶	۰/۰۹۶	۴۷/۲	۲۳۷	۷/۶	۵/۶۷	۲۲	۳۷	۴۱

نتایج و بحث

تراکم علف‌های هرز. مهم‌ترین علف های هرز مشاهده شده در مزرعه شامل خرفه (*Portulaca oleracea*)، تاجریزی (*Solanum nigrum*)، سلمه (*Chenopodium album*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexsus*) وسوروف (*Echinocloa crus-gali*) بودند. گل جالیز در کرت‌های آلوده به علف‌های هرز بسیار کم یا اصلا دیده نشد. دلیل این امر شاید مربوط به تداخل مواد ترشح شده از ریشه‌های گیاهان مختلف میزبان شامل گوجه فرنگی و علف‌های هرز بود که بذر جوانه زده گل جالیز را از جهت یابی درست برای اتصال به ریشه میزبان باز می‌داشت. در واقع مطالعات نشان داده‌اند که کشت مخلوط‌های مناسب در کاهش آلودگی گل جالیز یا به دلیل اثرهای بازدارندگی مواد دگرآسیب (۱۷، ۱۸ و ۱۹) یا ترشح بیش از حد مواد محرک رشد (۱۵) بسیار موثرند. اثر مقادیر مختلف متام سدیم بر تراکم این علف‌های هرز و هم‌چنین کل علف‌های هرز از منحنی لجیستیک با سه پارامتر پیروی کرد (جدول ۲)، که در شکل ۲ نشان داده شده است. با افزایش میزان مصرف متام سدیم تعداد علف‌های هرز کاهش یافت و بر مبنای پارامترهای ED10، ED50 و ED90 میزان مصرف متام سدیم (ماده تجارتی) برای کاهش ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد تراکم کل علف‌های هرز به ترتیب ۴۶، ۲۹۱ و ۹۰۳ لیتر در هکتار به دست آمد (جدول۳). درجدول ۳ مقادیر ED10، ED50 و ED90 برای گونه‌های مهم و هم‌چنین کل علف‌های هرز نشان داده شده است.

جدول ۲. پارامترها و خطای معیار معادلات برازش یافته اثر متام سدیم بر تراکم علف‌های هرز آزمایش.

پارامتر معادله	b		d		e	
	مقدار	خطای استاندارد	مقدار	خطای استاندارد	مقدار	خطای استاندارد
خرفه	-۳e۲/۷	**-۳e۲/۷	۱۰۷۶/۳	**۱۰/۶۴	-۱۱۵۵۶	**۴/۵۰
تاج ریزی	-۳e۲/۷	**-۳e۲/۷	۱۷۴۹	**۱۱/۱۵	-۱۷۳۰	**۳/۹
سلمه	-۳e۲/۷	**-۳e۲/۷	۴۵/۴	**۱/۲۹	-۴۸۴/۲	**۶/۲۱
تاج خروس	-۳e۲/۷	**-۳e۲/۷	۱۱۰/۹	**۰/۴۳	۶۷۸/۲	**۳/۴۰
سوروف	-۳e۲/۷	**-۳e۲/۷	۴۶۳۵/۱	**۱۱/۲۸	-۲۰۷۸/۱	**۴/۰۷
کل	-۳e۲/۷	**-۳e۲/۷	۴۰۰/۹	**۷/۷۶	-۱۰۲۵/۶	**۳/۴۰

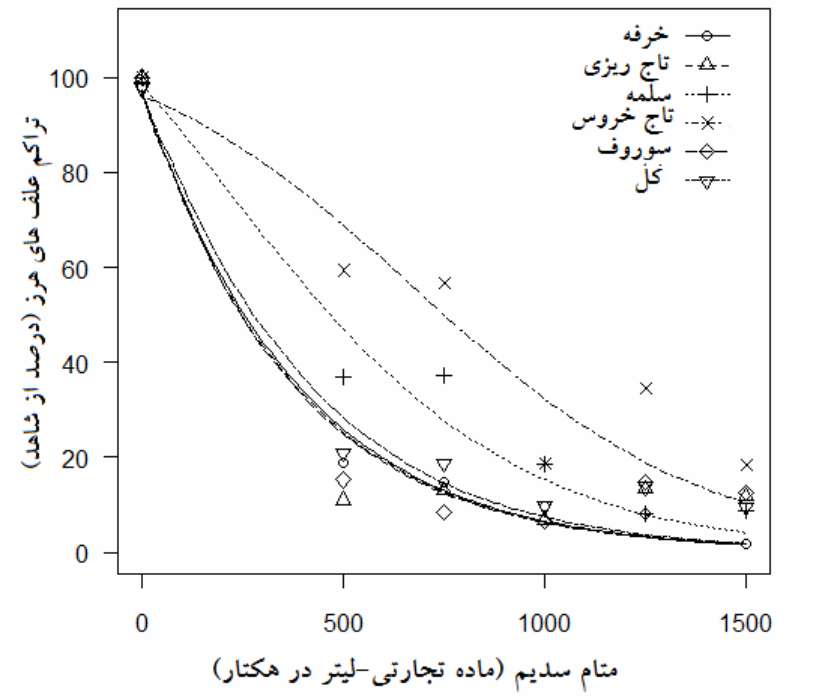
** و * به ترتیب معنی دار بودن پارامتر را در سطح ۱ و ۵ درصد نشان می دهد. ¥ معادله سه پارامتری لگاریتم-لجیستیک، x معادل میزان مصرف متام سدیم است $f(x) = d/(1+\exp(b\times(x-e)))$.

جدول ۳. مقادیر ED10، ED50 و ED90 اثر متام سدیم بر تراکم علف های هرز آزمایش.

گونه علف هرز	ED10		ED50		ED90	
	لیتر در هکتار	خطای استاندارد	لیتر در هکتار	خطای استاندارد	لیتر در هکتار	خطای استاندارد
خرفه	٤١/٣	٠/٠٤	٢٦٦/٨	٠/٢٨	٨١٦/٩	٠/٧٩
تاج ریزی	٤٠/١	٠/٠٤	٢٦٠/٨	٠/٢٧	٨٥١/٥	٠/٧٧
سلمه	٥٢/٩	٠/٥٧	٤٧٤/٧	١/٧٥	١١٧١/٤	٢/٢١
تاج خروس	٢١٩/٦	١/٧٦	٧٧٥/٣	٣/٤٨	١٥٣١/٣	٤/٠٤
سوروف	٣٨/٩	٠/٠٣	٢٥٤/٨	٠/٢٢	٨٤٠/٨	٠/٧١
کل	٤٦/٥	٠/١٦	٢٩١	٠/٨٠	٩٠٣/١	١/٥٣

جدول ٤. مقدار شاخص نسبی حساسیت (SI) بر اساس مقدار ED50 (حساسیت گیاهان ردیف بر ستون) .

	خرفه	تاج ریزی	سلمه	تاج خروس	سوروف
خرفه	–	–	١/١٦	٣/٠٥	٠/٩٩
تاج ریزی	١	–	١/١٧	٣/٠٦	٠/٩٩
سلمه	–	–	–	٢/٦٢	–
سوروف	–	–	١/١٧	٣/٠٨	–
کل	٠/٩٨	٠/٩٨	١/١٤	٣/٠١	٠/٩٧



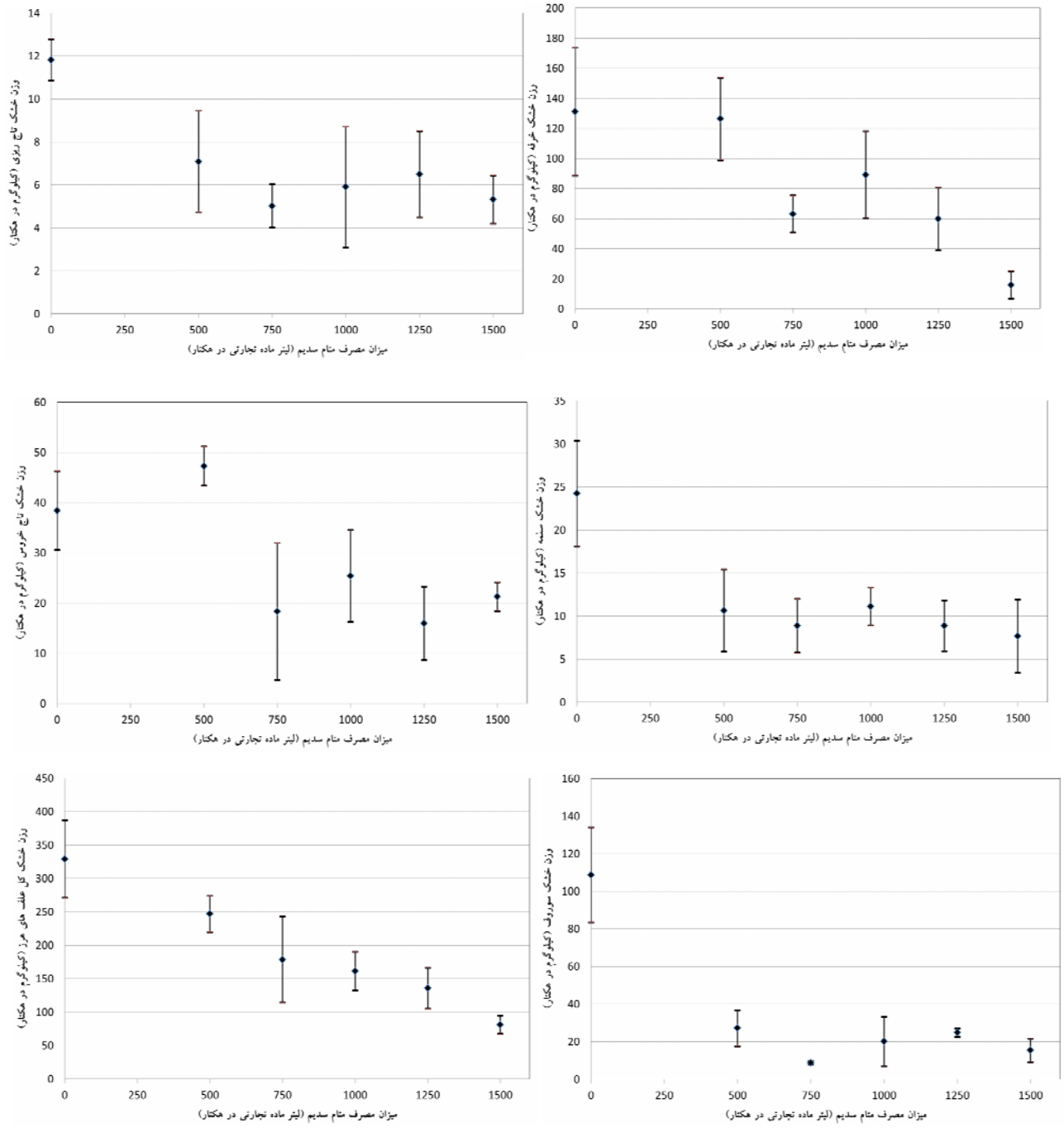
شکل ۱. پاسخ تراکم علف‌های هرز به تفکیک نوع و در مجموع به مقادیر مختلف متام سدیم

با توجه به جدول ٤ و مقدار شاخص حساسیت نسبی هر چه میزان این شاخص نزدیک تر به ۱ باشد دو گیاه از نظر حساسیت شباهت بیشتری دارند و برعکس هر چه عدد از ۱ بیشتر باشد، گیاهی که دارای ED50 کمتری است به میزان شاخص محاسبه شده حساسیت بیشتری دارد. با توجه به این موضوع مقاومت تاج خروس نسبت به سایر علف‌های هرز ۳ برابر بیشتر بود. پس از تاج خروس، سلمه بیشترین تحمل را به کاربرد متام سدیم نشان داد. حساسیت متفاوت علف های هرز به متام سدیم در مطالعات دیگر نیز به کمک منحنی‌های دُز-پاسخ نشان داده شده است. برای مثال کلوز و همکاران (۲۷) اثر دوازده مقدار مصرف متام سدیم (۱۰ تا ۲٦٥۰ میکرومول بر کیلوگرم خاک) در شرایط کنترل شده بر بذر یا غده ۵ علف هرز بررسی کرده و نشان دادند که پس از سپری شدن ۲ ساعت از ۲٤ ساعت دوره خوابانیدن در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد مقدار متیل ایزوتیوسیانات به بیشترین حد خود رسید و سپس کاهش یافت. میزان EC90 که از معادلات لُگ-لجیستیک به دست آمد به عنوان معیار اثربخشی ماده سمی برای بذر خرفه به عنوان حساس‌ترین گونه، ۱۲٤۲ میکرومول و برای علف هفت بند(*Polygonum arenastrum*)، ۱۹۲۲ میکرومول بر کیلوگرم خاک محاسبه شد. با کاهش درجه حرارت به ۱۰ درجه اثر گذاری متیل ایزو تیوسیانات کم شد به نحوی که حتی در بیشترین مقدار مصرف متام سدیم (۲٦٥۰ میکرومول) بذرهای گندمک *Stellaria media* و پنیرک *Malva parviflora* و غده‌های اویارسلام زرد *C. esculentus* به خوبی کنترل نشدند. کنترل علف‌های هرز آزمایش در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد، ۲۵ تا ٦۰ درصد بیشتر بود. مطالعه دیگر کلوز و همکاران (۲۸) با ماده تدخینی دیگر نیز حاکی از حساسیت بیشتر بذرهای خرفه، گندمک و هفت بند نسبت به پنیرک بود.

وزن خشک علف‌های هرز. روند تغییرات وزن خشک علف‌های هرز در مجموع و به تفکیک گونه‌های مهم حاکی از کارایی اثر متام سدیم به ویژه در مدار مصرف بالای هزار لیتر در هکتار بود (شکل ۲). این روند شبیه روند تعداد علف‌های هرز بود با این تفاوت که منحنی‌های دُز-پاسخ به خوبی تعداد علف‌های هرز قادر به بیان اثر متام سدیم برای آن نبودند. دو تیمار ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ لیتر در هکتار توانستند وزن خشک خرفه را به خوبی کاهش دهند و بیشترین کاهش حدود ۸۷ درصد نسبت به شاهد در بالاترین مقدار مصرف بود. در مورد تاج ریزی متام سدیم توانست وزن خشک آن را نسبت به شاهد کاهش دهد، ولی اختلاف معنی داری بین مقادیر مختلف مشاهده نشد. به هر صورت این علف هرز اهمیت زیادی را در آزمایش نداشت و وزن خشک آن نسبت به بقیه علف های هرز بسیار کمتر بود. متام سدیم وزن خشک سلمه را نیز نسبت به شاهد، حداکثر ٦۸درصد کاهش داد، ولی باز هم بین مقادیر آن تفاوتی مشاهده نشد. دو میزان مصرف ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ لیتر در کاهش وزن خشک تاج خروس به ترتیب ۵۸ و ٤٤ درصد موثر بود. میزان کاهش وزن خشک سوروف در اثر مصرف متام سدیم ۸۵ درصد نسبت به شاهد در بیشترین مقدار یعنی ۱۵۰۰ لیتر در هکتار بود. مقدار ۵۰۰ لیتر در هکتار نیز توانست تا ۷۵ درصد از وزن خشک سوروف کم کند. تاثیر متام سدیم بر کاهش کل وزن خشک علف های هرز در مقادیر ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ به طور معنی داری بیشتر از مقدار ۵۰۰ لیتر در هکتار بود. با این وجود دو مقدار ۵۰۰ و ۷۵۰ لیتر در هکتار به ترتیب ۲٤ و ٤۵ درصد کاهش وزن خشک علف های هرز را باعث شدند.

هر چند مصرف متام سدیم در کاهش بعضی از علف‌های هرز به خوبی موفق بود و حتی در بالاترین مقدار حدود

۷۵ درصد کل وزن خشک علف‌های هرز را کاهش داد، ولی باید توجه داشت در مواردی که آلودگی مزرعه بسیار شدید است، مصرف متام سدیم ممکن است نتواند کاهش علف‌های هرز را به زیر حد آستانه خسارت برساند. باید توجه داشت زمانی که متام سدیم مصرف می‌شود فقط قادر است با تاثیر بر روی بانک بذر علف‌های هرز از شدت آلودگی بعدی آن‌ها بکاهد (۳۳) و تا زمان سبز شدن و رویش مجدد علف‌های هرز، باقی مانده‌ای از سم وجود ندارد که بتواند آن‌ها را کنترل کند.



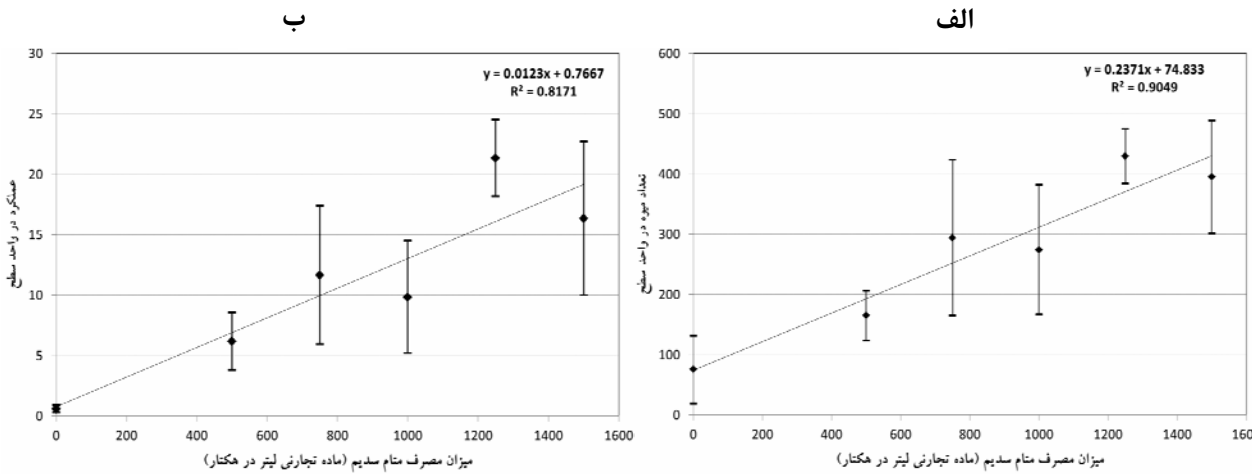
شکل ۲. پاسخ وزن خشک علف‌های هرز به تفکیک نوع و در مجموع به مقادیر مختلف متام سدیم

در آزمایش فعلی نیز به دلیل تراکم باقی مانده علف‌های هرز که بسیار بیشتر از حد تحمل گوجه فرنگی بود، عملکرد قابل قبولی از هیچ یک از تیمارها برداشت نشد. مصرف متام سدیم باعث شد تا مدت محدودی قبل از پایان دوره بحرانی علف‌های هرز که در گوجه فرنگی تا ۹ هفته پس از کشت بذر گزارش شده است(۳۹ و ۴۰) از آلودگی فلاش‌های اول علف هرز جلوگیری کند، ولی پس از آن با سبز شدن فلاش‌های بعدی علف‌های هرز، عملکرد به شدت کاهش یافت.

تعداد و وزن خشک گل جالیز. اثر مصرف متام سدیم بر تعداد و وزن خشک گل جالیز معنی دار نشد و روند داده‌ها حاکی از مهار گل جالیز در تیمارهای مصرف متام سدیم نبود (داده ها نشان داده نشد). با توجه به آلودگی شدید زمین آزمایش که به همین دلیل نیز رها شده بود و آن چه پیش از این در بررسی منابع گفته شد، متام سدیم فقط بر روی بذر گل جالیز موثر است و هیچ‌گونه توانی در مهار گره‌های گل جالیز که به ریشه چسبیده‌اند ندارد، بنابراین می‌توان اینطور نتیجه گرفت که پس از خروج گاز سمی از خاک و رفع اثر آن، باقی مانده ای از سم وجود نداشت که بتواند تاثیری بر بانک بذر خاک که به تناوب تا پایان فصل سبز می شوند، بگذارد. باید توجه داشت که اثر بخشی متام سدیم در شرایط مختلف، متفاوت گزارش شده است، ولی مهار کاملی حاصل نشده است(۲۱، ۲۲ و ۳۴).

تعداد میوه و عملکرد

اثر مصرف متام سدیم بر تعداد میوه و عملکرد میوه در واحد سطح مثبت ارزیابی شد(شکل ۳). مقدار عملکرد در دو مقدار ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ لیتر به طور معنی دار بیشتر از شاهد و مقدار مصرف ۵۰۰ لیتر در هکتار بود. با این‌که افزایش عملکرد در این آزمایش مشاهده و اثبات شد، ولی عملکرد برداشت شده با عملکرد ثبت شده رقم در شرایط غیر آلوده به گل جالیز فاصله بسیار داشت.

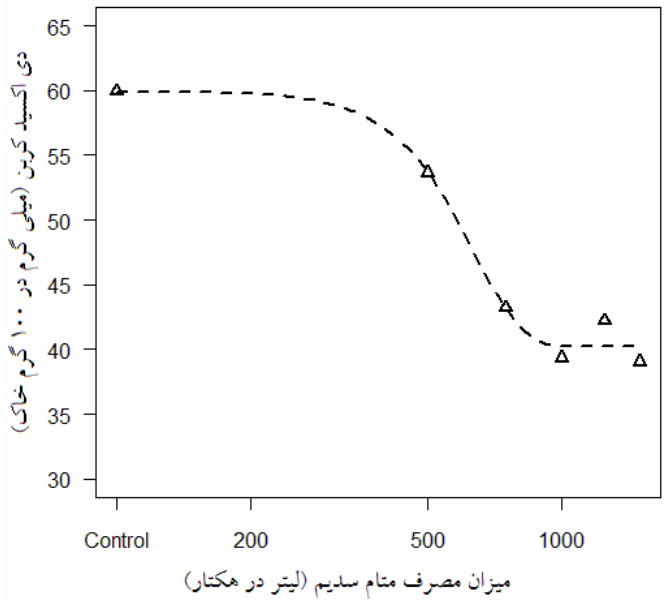


شکل ۳. پاسخ تعداد میوه (الف) و عملکرد محصول گوجه فرنگی (ب) به مقادیر مختلف متام سدیم

افزایش عملکرد گوجه فرنگی را نسبت به شاهد بدون مصرف متام سدیم می‌توان تا حدی به دلیل مهار سایر عوامل بیماری زا نیز نسبت داد، زیرا هر چند در این آزمایش اندازه گیری مربوط به آن انجام نشد، ولی در تیمارهای مصرف متام سدیم گیاهان گوجه فرنگی نسبت به شاهد، از نظر ظاهری، بنیه و اندازه بزرگ تری داشتند

و در نتیجه می‌توان اظهار کرد که سهم گل جالیز به خوبی از سوی بوته های قوی تر پرداخت شد که تا حدودی در حفظ عملکرد موثر بود. در مطالعه هادی‌زاده و همکاران (٦)، نیز با این‌که مصرف گلایفوسیت یا سولفوسولفورون در کاهش آلودگی به گل جالیز چندان موفق نبود، ولی سهم گل جالیز از کل وزن خشک هر تیمار (گل جالیز+گوجه فرنگی) به طور معنی داری کاهش یافت.

تنفس میکروبی. اثر مصرف متام سدیم بر تنفس میکروبی خاک از روند کاهشی پیروی کرد (شکل۳). پارامترهای معادله در جدول ۵ نشان داده شده است. تغییر تنفس، فعالیت و جمعیت میکروبی خاک در اثر مصرف متام سدیم در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (٢٤، ٢٦، ۳۰ و ٣٦). ماکلادی وهمکاران (۳۰)، در مطالعه خود بر روی اثر متام سدیم بر فعالیت میکروبی خاک نشان دادند که تغییر فعالیت هتروتروفیک (معدنی شدن نیتروژن و کربن) و ترکیبات اسیدهای چرب بیوماس میکروبی حداقل تا ۱۸ هفته پس از مصرف متام سدیم به سطح اولی خود باز نگشت. نگارندگان بیان کردند که اکتینومایست ها و سایر ریزجانداران گرم-مثبت نسبت به سایر ریزجانداران زودتر به حالت عادی باز می‌گردند. در مطالعه دیگر اثر سوء متام سدیم بر فعالیت و ساختار جمعیت میکروبی خاک به جز بعضی از قارچ های مایکوریزا از سایر مواد تدخینی کمتر بود(٢٦). در آزمایش فعلی که تنفس میکروبی خاک به طور کلی ارزیابی شد، تاثیر متام سدیم بر فعالیت ریزجانداران مفید و مضر خاک با هم ارزیابی شد ولی لازم است در مورد موادی شبیه متام سدیم که زنده‌کش محسوب می شوند، فعالیت‌های آنزیم‌های مختلف خاک و انگشت نگاری ژنتیکی انجام شود تا بتوان در مورد نقش واقعی آن در شرایط مختلف اظهار نظر صحیح‌تری انجام داد(٢٤).



شکل ۳. تاثیر مقادیر مصرف متام سدیم بر دی اکسید کربن آزاد شده از خاک

جدول ۵. پارامترها و خطای معیار معادله برازش یافته اثر متام سدیم بر تنفس میکروبی خاک.

پارامتر	مقدار	خطای استاندارد
b	۳/۹۷	۱/۱۹۸
c	٤٠/٢٠	**١/٠٣٦
d	٥٩/٩٣	**١/٧٧٢
e	٦٣٦/٩١	**٦٥٤/٤٦
ED10	٣٦١/٣٣	٦٨/١٣٩
ED50	٥٨٠/٧٥	٤٦/٠٥٩
ED90	٧٨٥/٨١	٧٤/٧٧٠

** و * به ترتیب معنی دار بودن پارامتر را در سطح ۱ و ۵ درصد نشان می دهد. ¥ معادله چهار پارامتری گامپرتز،x معادل میزان مصرف متام سدیم است

$$f(x) = c+(d-c)(1-exp(-exp(b(log(x)-(x-e)))))$$

نتیجه‌گیری

نتایج نهایی این آزمایش نشان داد که مصرف متام سدیم در کاهش آلودگی علف های هرز که طبق مطالعات قبلی از طریق کاهش ذخیره بانک بذر علف‌های هرز صورت می‌گیرد، می‌تواند موثر باشد. هم‌چنین این کاهش تابع معادلات غیر خطی معرفی شده برای بیان اثر واکنش دُز به مصرف علف‌کش‌ها بود. مطابق این منحنی‌ها، حساسیت علف‌های هرز مختلف به میزان مصرف متام سدیم متفاوت ارزیابی شد و متحمل‌ترین علف‌های هرز در این میان شامل تاج خروس و سلمه بودند. در تیمارهای آلوده به علف‌های هرز، تعداد گل جالیز مشاهده بسیار ناچیز بود که حاکی از اثرهای مخلوط بر جوانه زنی و رشد گل جالیز بود. اثر متام سدیم بر تراکم گل جالیز در کرت‌های عاری از سایر علف هرزمعنی دار و دارای روند مشخصی نبود، ولی عملکرد گوجه فرنگی به طور خطی با مصرف متام سدیم افزایش داشت. متام سدیم نه تنها بر علف‌های هرز، بلکه بر سایر حشرات خاکزی، نماتدها و بعضی عوامل بیماری زا موثر است و وضعیت سلامتی خاک را تا حدودی اصلاح می‌کند که در افزایش بنیه و در نتیجه عملکرد موثر است. البته به دلیل کامل نبودن مهار عوامل خسارت زا و نتایج غیرقطعی حاصل از مصرف متام سدیم به تنهایی استفاده ترکیبی با مواد تدخینی دیگر یا در کنار سایر علف‌کش‌ها نتایج امید بخش‌تری را نشان داده است(۲۱، ۲۲ و ۳٤). به هر صورت مواد تدخینی مانند متام سدیم در برنامه مبارزه تلفیقی با گل جالیز جزو انتخاب‌های آخر است، زیرا گذشته از اثربخشی، رعایت نکات ایمنی در تمام مراحل سم‌پاشی، گران بودن نسبی کاربرد به دلیل نیاز به ادوات و امکانات مخصوص و مصرف به نسبت زیاد در واحد سطح، از نظر خطرهای زیست محیطی به ویژه برای اکوسیستم‌های آسیب پذیر مانند محیط‌های آبی و آب‌زیان بسیار سمی است.

منابع

۱- بحرینی، ح. و م. گیتی. ۱۳۸۷. اثرات استفاده از سم واپام برای کنترل نماتد سیستی سیب زمینی در همدان. سومین همایش یافته‌های پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی (غرب کشور).

۲- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی، جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷. وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی.

۳- شیخی. ۱۳۸۸. راهنمای آفت کش‌های ایران. انتشارات کتاب پایتخت تهران.

٤- مین باشی معینی. ۱۳۸۳. گل جالیز. انتشارات موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی.

۵- هادی‌زاده. ۱۳۸۷. بررسی اثر افزایش مواد آلی خاک و میزان مصرف علف‌کش سولفوسولفورون بر درجه پایداری آن و ویژگی‌های زیستی خاک در گندم. پایان نامه دکتری علف‌های هرز. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

٦- هادی‌زاده. ۱۳۹۰. بررسی راه‌کارهای مدیریت گل جالیز در گوجه فرنگی بر مبنای کاربرد علف‌کش گلایفوسیت، سولفوسولفورون در تلفیق با سولفات آمونیوم یا استفاده از کلش. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی به شماره ۸۹۱۳۷-۱٦-٤۳-٤: در دست انتشار.

7- Abu-Irmaileh, B.E. and R. Labrada. 2005. The problem of *Orobanche* spp. In africa and near east. Plant Protection and Production Division-Pest Management Weed Management, FAO-Rome, available at: http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/IPM/Weeds/weedpublic.htmchallenging

8- Ajwa, H., W.J. Ntow, R. Qin and S. Gao. 2010. Properties of soil fumigants and their fate in the environment. In: Krieger, R. (Ed.), Hayes' handbook of pesticide toxicology. Academic Press, 315-330.

9- Ajwa, H., T. Trout, J. Mueller, S. Wilhelm, S. Nelson, R. Soppe and D. Shatley. 2002. Application of alternative fumigants through drip irrigation systems. Phytopathology, 92: 1349-1355.

10- Aly, R. 2007. Conventional and biotechnological approaches for control of parasitic weeds. In Vitro Cell. Dev. Biol—Plant. 43: 304-317.

11- Bülbül, F., E. Aksoy, S. Uygur and N. Uygur. 2009. Broomrape (*Orobanche* spp.) problem in the eastern mediterranean region of Turkey. Helia. 32: 141-152.

12- Desaeger, J., A. Csinos, P. Timper, G. Hammes and K. Seebold. 2004. Soil fumigation and oxamyl drip applications for nematode and insect control in vegetable plasticulture. Ann. App. Bio. 145: 59-70.

13- Desaeger, J.A., K.W. Seebold and A.S. Csinos. 2008. Effect of application timing and method on efficacy and phytotoxicity of 1,3-d, chloropicrin and metam-sodium combinations in squash plasticulture. Pest Manag. Sci. 64: 230-238.

14- Dungan, R.S. and S.R. Yates. 2003. Degradation of fumigant pesticides: 1,3-dichloropropene, methyl isothiocyanate, chloropicrin, and methyl bromide. Vadose Zone Jo. 2: 279-286.

15- El-Halmouch, Y., H. Benharrat and P. Thalouarn. 2006. Effect of root exudates from different tomato genotypes on broomrape (*O. aegyptiaca*) seed germination and tubercle development. Crop Prot. 25: 501-507.

16- Elzein, A. and J. Kroschel. 2003. Progress on management of parasitic weeds. FAO Plant Production and Protection Paper (FAO).

17- Fenández-Aparicio, M., J.C. Sillero and D. Rubiales. 2007. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. Crop Prot. 26: 1166-1172.

18- Fernández-Aparicio, M., A.A. Emeran and D. Rubiales. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (Trigonella foenum-graecum). Crop Prot. 27: 653-659.

19- Fernández-Aparicio, M., A.A. Emeran and D. Rubiales. 2010. Inter-cropping with berseem clover (*Trifolium alexandrinum*) reduces infection by Orobanche crenata in legumes. Crop Prot. 29: 867-871.

20- Gerik, J.S. and B.D. Hanson. 2011. Drip application of methyl bromide alternative chemicals for control of soilborne pathogens and weeds. Pest Manag. Sci. 67: 1129-1133.

21- Gilreath, J.P., J.P. Jones, B.M. Santos and A.J. Overman. 2004. Soil fumigant evaluations for soilborne pest and Cyperus rotundus control in fresh market tomato. Crop Prot. 23: 889-893.

22- Gilreath, J.P. and B.M. Santos. 2004. Methyl bromide alternatives for weed and soilborne disease management in tomato (*Lycopersicon esculentum*). Crop Prot. 23: 1193-1198.

23- Goldwasser, Y., H. Eizenberg, J. Hershenhorn, D. Plakhine, T. Blumenfeld, H. Buxbaum, S. Golan and Y. Kleifeld. 2001. Control of *Orobanche aegyptiaca* and *O. ramosa* in potato. Crop Prot., 20: 403-410.

24- Ibekwe, A.M., S.K. Papiernik, J. Gan, S.R. Yates, C.H. Yang and D.E. Crowley. 2001. Impact of fumigants on soil microbial communities. App Environ Mic. 67: 3245-3257.

25- Joel, D.M. 2000. The long-term approach to parasitic weeds control: Manipulation of specific developmental mechanisms of the parasite. Crop Prot. 19: 753-758.

26- Klose, S., V. Acosta-Martínez and H.A. Ajwa. 2006. Microbial community composition and enzyme activities in a sandy loam soil after fumigation with methyl bromide or alternative biocides. Soil Biol. Biochem. 38: 1243-1254.

27- Klose, S., H.A. Ajwa, G.T. Browne, K.V. Subbarao, F.N. Martin, S.A. Fennimore and B.B. Westerdahl. 2008. Dose response of weed seeds, plant-parasitic nematodes, and pathogens to twelve rates of metam sodium in a california soil. Plant Dis. 92: 1537-1546.

28- Klose, S., H.A. Ajwa, S.A. Fennimore, F.N. Martin, G.T. Browne and K.V. Subbarao. 2007. Dose response of weed seeds and soilborne pathogens to 1,3-d and chloropicrin. Crop Prot. 26: 535-542.

29- Kroschel, J. 2002. A technical manual for parasitic weed research and extension. Kluwer Academic Pub.

30- Macalady, J.L., M.E. Fuller and K.M. Scow. 1998. Effects of metam sodium fumigation on soil microbial activity and community structure. J. Environ. Qual. 27: 54-63.

31- Matusova, R., K. Rani, F.W.A. Verstappen, M.C.R. Franssen, M.H. Beale and H.J. Bouwmeester. 2005. The strigolactone germination stimulants of the plant-parasitic striga and *Orobanche* spp. are derived from the carotenoid pathway. Plant Physiol., 139: 920-934.

32- Ritz, C. and J.C. Streibig. 2005. Bioassay analysis using R. J. Statistic. Soft 12: 1–22.

33- Rubiales, D., M. Fernández-Aparicio, K. Wegmann and D.M. Joel. 2009. Revisiting strategies for reducing the seedbank of *Orobanche* and *Phelipanche* spp. Weed Res. 49: 23-33.

34- Santos, B.M., J.P. Gilreath, T.N. Motis, J.W. Noling, J.P. Jones and J.A. Norton. 2006. Comparing methyl bromide alternatives for soilborne disease, nematode and weed management in fresh market tomato. Crop Prot. 25: 690-695.

35- Smelt, J., S. Crum and W. Teunissen. 1989. Accelerated transformation of the fumigant methyl isothiocyanate in soil after repeated application of metham-sodium. J. Environ. Sci. Health. Part B. Pestic., Food contam. Agric. Wastes 24: 437-455.

36- Stromberger, M.E., S. Klose, H. Ajwa, T. Trout and S. Fennimore. 2005. Microbial populations and enzyme activities in soils fumigated with methyl bromide alternatives. Soil Sci. Soc. Am. J. 69: 1987-1990.

37- Triky-Dotan, S., M. Austerweil, B. Steiner, Y. Peretz-Alon, J. Katan and A. Gamliel. 2009. Accelerated degradation of metam-sodium in soil and consequences for root-disease management. Phytopathology. 99: 362-368.

38- Virtue, J.G., C. Dedear, M.J. Potter and M. Rieger. 2006. Potential use of isothiocyanates in branched broomrape eradication. Weed Management Society of South Australia, Victoria. 629-632.

39- Weaver, S. and C. Tan. 1987. Critical period of weed interference in field-seeded tomatoes and its relation to water stress and shading. Can. J. Plant Sci. 67: 575-583.

40- Weaver, S.E. 1984. Critical period of weed competition in three vegetable crops in relation to management practices. Weed Res. 24: 317-325.

41- Zhang, Y., K. Spokas and D. Wang. 2005. Degradation of methyl isothiocyanate and chloropicrin in forest nursery soils. J. Environ. Qual. 34: 1566.

42- Zheng, W., S.R. Yates, S.K. Papiernik and J. Nunez. 2006. Conversion of metam sodium and emission of fumigant from soil columns. Atmos Environ. 40: 7046-7056.