مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۱، ۱۳۹۰ (۱۵۵-۱۴۳)

تأثیر کمپوست کود دامی غنی شده با مقادیر مختلف زئولیت بر کارآیی علف‌کش تری‌فلورالین در کنترل علف‌های هرز آفتابگردان تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

سعیدرضا یعقوبی[۱]، مجید آقاعلیخانی[۲]*، مجید غلامحسینی[۳]، کمال سادات اسیلان[۴]، آریا دولت آبادیان[۵]، آیدین خدایی جوقان[۶] و احسان جمشیدی[۷]
۱، ۲، ۳، ۵، ۶، ۷، دانشجوی دکتری، استادیار، دانشجوی دکتری، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۴، استادیار دانشگاه پیام نور کرج
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۵ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۱)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کمپوست کود دامی و زئولیت بر کارآیی علف‌کش تری‌فلورالین در کنترل جمعیت طبیعی علف‌های هرز آفتابگردان در رژیم‌های مختلف آبیاری، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. عامل اول یعنی رژیم‌های آبیاری در دو سطح آبیاری معمولی (آبیاری پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک) و محدود (آبیاری پس از مصرف ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک) در نظر گرفته شد و عامل دوم شامل مقادیر زئولیت در چهار سطح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم در مترمربع بود که به کود دامی کمپوست شده اضافه شد. در این آزمایش به طور کلی ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره و ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده تأمین گردید. بر اساس نتایج آزمایش استفاده از زئولیت باعث اثر بخشی بیشتر علف‌کش و کاهش تراکم علف‌های هرز در هر دو شرایط آبیاری معمولی و محدود گردید، ولی تراکم علف‌های هرز در تمامی مقادیر زئولیت در رژیم آبیاری محدود کمتر از شرایط آبیاری معمولی بود. میزان ماده خشک علف‌های هرز با افزایش مقدار زئولیت در شرایط آبیاری محدود کاهش یافت ولی در شرایط آبیاری معمولی تغییر زیادی نداشت. نتایج به دست آمده از آزمایش مزرعه‌ای و آزمون زیست سنجی بقایای تری‌فلورالین در خاک موید حفظ پایداری علف‌کش در اثر کاربرد زئولیت بود. عملکرد آفتابگردان نیز با افزایش مقدار مصرف زئولیت به طور معنی‌داری افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: زئولیت، تری‌فلورالین، علف هرز، کمپوست، تنش کم آبی.

مقدمه

به رغم به کار گیری روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز در بیشتر نظام‌های کشاورزی، رقابت علف‌های هرز به طور متوسط باعث ۱۰ درصد کاهش در تولیدات کشاورزی می‌شود و بدون کنترل علف‌های هرز، عملکرد گیاه زراعی بسته به توان رقابتی آنها بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد کاهش می‌یابد (Kropff et al., 1993). رایج‌ترین روش کنترل علف‌های هرز از چند دهه پیش تا

* نویسنده مسئول: مجید آقاعلیخانی تلفن: ۰۹۱۲-۲۶۰۹۶۵۹ E-mail: maghaalikhani@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

کنون، استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی بوده است. تأثیر علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز مستلزم پایداری آنها بعد از کاربرد در خاک مزرعه می‌باشد ولی این پایداری نباید آن قدر طولانی باشد که باعث ممانعت از رشد گیاهان زراعی بعدی در تناوب شود (Villaverede & Brown, 2008).

عوامل متعددی پایداری علف‌کش‌ها در خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به کاربرد نهاده‌های مصرفی در کشاورزی اشاره نمود. یکی از این نهاده‌ها کود آلی است که غالبا با هدف بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و حاصل‌خیزی خاک به کار برده می‌شود (Maerschner et al., 2003). نتایج یک آزمایش نشان داد که استفاده از کود دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست به مقدار ۵ تا ۲۰ گرم در کیلوگرم خاک، باعث تسریع در تجزیه علف‌کش آترازین و متامیترون گردید ولی بین کود دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست استفاده شده از نظر سرعت تجزیه علف‌کش تفاوتی مشاهده نشد (Forouzan Gohar et al., 2005). در آزمایشی مشابه استفاده از کود دامی به میزان ۰/۵ درصد، پیت ۵ درصد و بقایای ذرت ۵ درصد وزنی باعث تجزیه علف‌کش‌های آترازین، متاکلر و تری‌فلورالین به ترتیب ۳۰، ۳۳ و ۴۴ درصد در مقایسه با شاهد گردید (Moorman & Cowan, 2001). اعتقاد بر این است که افزودن ماده آلی به خاک از طریق افزایش فعالیت میکروبی در خاک باعث افزایش سرعت تجزیه علف‌کش می‌شود (Barriuso et al., 1997; Moorman & Cowan, 2001; Peacock et al., 2001)، هر چند ممکن است به واسطه جذب علف‌کش‌ها توسط مواد آلی کارآیی آنها کاهش یابد (Cruz-Guzman et al., 2004; Broholm et al., 2001; Cox et al., 2000)، و به دلیل تثبیت علف‌کش‌ها بر سطوح مواد آلی پایداری آنها در خاک افزایش یابد (Blair & Martin, 1988).

افزودن زئولیت[1] به خاک با هدف بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی آن در چند سال اخیر مورد توجه محققین داخلی قرار گرفته است. زئولیت‌ها موادی دارای ظرفیت تبادل یونی بالا هستند که دارای تخلخل ریز و ساختمان کریستالی بوده و از تتراهدرون‌های SiO_4 و AlO_4 تشکیل شده‌اند (Payra et al., 2004). امروزه زئولیت‌های طبیعی در زمینه‌های مختلفی از جمله صنعت، کشاورزی، حفظ محیط زیست و صنایع دارویی کاربرد فراوانی یافته اند. تا کنون بیش از ۴۰ نوع زئولیت معرفی شده‌اند (Mumpton, 1999). بهترین نوع زئولیت برای استفاده در کشاورزی کلینوپتیلولایت[2] می‌باشد که دارای توانایی جذب بالای مواد، ظرفیت تبادل یونی، قابلیت جذب آب بالا (Polat et al., 2004) و خاصیت تعدیل pH خاک به علت وجود خاصیت بافری (Micu et al., 2005) است. از زئولیت برای افزایش کارآیی کودها به صورت حفاظت از عناصر غذایی مانند نیتروژن در برابر آبشویی (Gholamhoseini et al., 2009a) و افزایش کارآیی کودهای دامی استفاده شده است (Polat et al., 2004). با توجه به اینکه برخی خاک‌ها قادر به تأمین و حفظ آب و مواد غذایی کافی برای رشد و نمو گیاه زراعی نمی‌باشند (Micu et al., 2005)، می‌توان از زئولیت برای افزایش کارآیی آنها بهره جست (Mumpton, 1999). نتایج تحقیقات گذشته نشان داده است که با مصرف ۱/۵ تا ۲ تن در هکتار زئولیت عملکرد گندم حدود ۱۳ تا ۱۵ درصد، بادنجان ۱۹ تا ۵۵ درصد، سیب ۱۳ تا ۳۸ درصد و هویج به میزان ۶۳ درصد افزایش یافت (Sand & Mumphton, 1978). همچنین گزارش‌های مشابهی در مورد افزایش محصول گوجه‌فرنگی، جو و شبدر نیز ارائه شده است (Mumpton, 1999). در ایران نیز نتیجه آزمایشی نشان داد که استفاده هم زمان از ۵۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود دامی و کود اوره همراه با مصرف ۸ تن در هکتار زئولیت در یک خاک لوم شنی می‌تواند نیتروژن مورد نیاز برای تولید یک عملکرد مطلوب در آفتابگردان را تأمین نماید (Gholamhoseini et al., 2009b).

با توجه به وجود قابلیت تبادل یونی می‌توان از زئولیت برای آزادسازی کنترل شده و دوام ترکیبات مختلف سموم مانند آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها استفاده نمود (Zhang et al., 2006). سرعت پائین در رهاسازی سموم موجب می‌شود تا کارآیی سموم و کودها در مدت

1. Zeolite

2. Clinoptilolite

Archive of SID

www.SID.ir

زمان طولانی‌تر در محیط حفظ گردد (Duncan & Seymour, 1989). نتایج تحقیقی نشان داد که زئولیت توانست علف‌کش پاراکوات را جذب نموده و در تبادل با یون سدیم آن را آزاد کند. مقدار کل پاراکوات آزاد شده در این آزمایش به غلظت یون سدیم در محلول بستگی داشت (Zhang et al., 2006). در آزمایشی دیگر میزان ظرفیت جذب علف‌کش‌های فنیل اوره توسط زئولیت به صورت خطی با افزایش مقدار زئولیت افزایش یافت (Capasso et al., 2007). در تحقیقی دیگر میزان جذب آفت‌کش دیازینون توسط زئولیت با افزایش غلظت دیازینون به صورت خطی افزایش یافت (Lemic et al., 2006). از طرف دیگر اعتقاد بر این است که زئولیت به خاطر وجود ساختمان خاص، وسعت سطوح جذب و قابلیت تعدیل pH، می‌تواند باعث تسریع در تجزیه سموم گردد. در آزمایشی حضور زئولیت در خاک مزرعه باعث تسریع در تجزیه علف‌کش توفوردی و کاهش کارآیی آن شد (Shankar et al., 2006). همچنین در تحقیقی دیگر استفاده از زئولیت باعث کاهش سریع‌تر پسماندهای علف‌کش پاراکوات در شرایط آزمایشگاهی شد (Walcarius & Mouchotte, 2004).

تری‌فلورالین[1] با نام تجاری ترفلان[2] یکی از علف‌کش‌های پیش رویشی از خانواده دی‌نیتروآنیلین‌ها است که جزو پر مصرف ترین علف‌کش‌ها در مدیریت برخی از گیاهان زراعی مانند آفتابگردان محسوب می‌گردد (Mosavi et al., 2005). در گذشته تحقیقات متعددی در مورد تأثیر نوع خاک، دما و شرایط اقلیمی بر پایداری و کارآیی تری‌فلورالین انجام گرفته است (Rahman, 1973; Rahman, 1977; Solbakken et al., 1982)، ولی تأثیر نهاده‌های زراعی بر پایداری و کارآیی این علف‌کش در کنترل علف‌های هرز کمتر مورد توجه بوده است. آزمایش حاضر با هدف بررسی میزان پایداری و کارآیی علف‌کش تری‌فلورالین در کنترل جمعیت طبیعی علف‌های هرز موجود در مزرعه آفتابگردان تحت تأثیر مصرف کمپوست کود دامی و زئولیت در رژیم‌های مختلف آبیاری صورت گرفته است.

1. Trifluralin
2. Treflan

مواد و روش‌ها

آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (کیلومتر ۱۶ آزادراه تهران-کرج) با مختصات ۵۱ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا اجرا شد. این منطقه از نظر آب و هوایی در اقلیم خشک معتدل قرار دارد. قبل از انجام آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام شد و مشخصات آن تعیین گردید. بافت خاک مزرعه از نوع لوم شنی بود و میزان نیتروژن آن ۰/۰۷ درصد و فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۱۲ و ۳۵۰ قسمت در میلیون بود. میزان ماده آلی خاک نیز ۱/۰۶ درصد برآورد گردید.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اول، رژیم آبیاری در دو سطح شامل: آبیاری معمولی (آبیاری واحدهای آزمایشی پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابل استفادهٔ خاک) (W1) و آبیاری محدود (انجام آبیاری واحدهای آزمایشی پس از مصرف ۷۰ درصد رطوبت قابل استفادهٔ خاک) (W2) بود. میزان کل آب مصرفی در رژیم آبیاری معمولی ۹۹۳۷ مترمکعب در هکتار و در رژیم آبیاری محدود ۷۸۸۷ مترمکعب در هکتار به دست آمد. در عامل دوم، تیمارهای مختلف کودی در چهار سطح شامل: تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیائی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده (F1)، افزودن زئولیت به میزان پنج درصد وزن کود دامی به ترکیب تیماری F1 (F2)، افزودن زئولیت به میزان ۱۰ درصد وزن کود دامی به ترکیب تیماری F1 (F3) و افزودن زئولیت به میزان ۱۵ درصد وزن کود دامی به ترکیب تیماری F1 (F4) بود. میزان زئولیت مصرفی در تیمارهای F1 تا F4 به ترتیب معادل صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم در مترمربع بود.

به منظور تعیین زمان دقیق آبیاری از دستگاه T.D.R[3] مدل Trime-FM (Delta-T, England) که درصد حجمی رطوبت خاک را در عمق توسعه ریشه (۶۰ سانتی متر) مشخص می‌کند، استفاده شد. همچنین به

3. Time- Domain Reflectometry

Archive of SID

www.SID.ir

منظور اعمال صحیح و یکنواخت آبیاری واحدهای آزمایشی، یک شبکه لوله‌کشی پلی اتیلنی همراه با یک کنتور حجمی به کار برده شد.

قبل از تهیه کمپوست‌های کود دامی + زئولیت برای اجرای آزمایش، ابتدا خصوصیات شیمیائی کود دامی تازه اندازه‌گیری گردید (جدول ۱).

به منظور تهیه کمپوست، کود دامی مورد نیاز برای هر یک از سطوح عامل کودی F1 تا F4 در یک ردیف به طول ۴/۵ متر و عرض ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر از کود دامی در مقادیر مساوی قرار داده شد. در ردیف اول زئولیت ریخته نشد (F1) ولی در ۳ ردیف بعدی که به عنوان کمپوست F2، F3 و F4 شناخته می‌شوند به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزن کود دامی موجود در هر ردیف، زئولیت توزین شده و با آن مخلوط گردید. برای جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید به ردیف‌های کود دامی، سطح ردیف‌ها به وسیلهٔ کاه و کلش بطور کامل پوشانده شد. زئولیت مورد استفاده در این آزمایش از نوع کلینوپتیلولیت بود که خصوصیات آن قبلاً در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد (جدول ۲). مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی این نوع زئولیت ۲۰۰ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم برآورد شد.

طول دورهٔ تبدیل کود دامی تازه به کمپوست‌های قابل استفاده ۸۵ روز بود که در این مدت تأمین رطوبت مورد نیاز و شرایط هوازی، برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها در ردیف‌های کود دامی لحاظ گردید. بدین منظور، در چند نوبت علاوه بر برهم زدن ردیف‌های کودی، دمای توده کود در عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری به وسیلهٔ دماسنج جیوه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت تا از رسیدن دمای ردیف‌های کودی به مقدار مناسب (حدود ۵۵ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد) برای از بین رفتن بذور علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها اطمینان حاصل شود (Eghball et al., 2000). پس از طی شدن مرحله عمل‌آوری تودهٔ کودی، قبل از استفاده از کمپوست‌ها در واحدهای آزمایشی مربوطه، نمونه‌ای از ردیف‌های کمپوستی تهیه و به منظور تعیین میزان نیتروژن باقیمانده به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج مشخص کرد حدود ۳۸ درصد از نیتروژن موجود در ردیف کود دامی شاهد (بدون افزودن زئولیت) در طول مدت عمل‌آوری از دست رفته که این مقدار برای ردیف‌های حاوی ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد زئولیت به ترتیب برابر با ۲۹، ۲۲ و ۱۹/۶۱درصد بود. همچنین با توجه به آزادسازی حدود ۳۵ درصد از نیتروژن کود دامی در سال اول کاربرد در مزرعه (Eghball et al., 2001) میزان نیتروژن قابل دسترس در توده کود دامی شاهد در فصل اول مصرف ۰/۲۷۷درصد تعیین گردید. نیاز گیاه آفتابگردان به نیتروژن، با در نظر گرفتن آزمایش خاک، ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در نظر گرفته شد، به این ترتیب برای اینکه ۴۰ درصد آن به وسیلهٔ کود دامی تأمین گردد لازم است که میزان ۲۰ تن در هکتار کود دامی به کار برده شود. تأمین مابقی نیتروژن

جدول ۱- خصوصیات شیمیائی کود دامی استفاده شده برای تهیه کمپوست

هدایت الکتریکی dS/m	واکنش pH	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن	درصد سدیم
۲/۲۱	۹	۲۸/۸۵	۱/۲۵	۱/۲۲
درصد اشباع	درصد مواد آلی	درصد مواد خنثی شونده	نسبت کربن به نیتروژن	درصد فسفر
۲۴۰	۴۹/۹	۱۱/۵	۲۳	۰/۵۶
درصد پتاسیم	آهن mg/kg	روی mg/kg	مس mg/kg	منگنز mg/kg
۲/۵۵	۷۴۳۵	۱۰۹/۳	۲۵/۵	۲۶۷/۶

جدول ۲- خصوصیات شیمیائی زئولیت استفاده شده برای غنی‌سازی کمپوست‌های مخلوط

SiO_2	AL_2O_3	K_2O	Na_2O	MgO	CaO
٪۶۵	٪۱۲/۰۲	٪۳	٪۱/۰۸	٪۰/۱	٪۲/۳
Fe_2O_3	MnO	TiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl
٪۱/۵	٪۰/۰۴	٪۰/۰۳	٪۰/۰۱	-	-

Archive of SID

www.SID.ir

مورد نیاز از طریق کود شیمیائی اوره در ۲ مرحله صورت پذیرفت که نیمی از آن در مرحلهٔ تهیه زمین و باقیمانده آن در مرحله اولیه تشکیل اندام‌های زایشی مصرف گردید.

بعد از انجام عملیات شخم، دیسک و تسطیح در مزرعه، کرت‌بندی انجام شد. سپس کمپوست‌های آماده شده با توجه به نقشه طرح به وسیلهٔ نیروی کارگری در کرت‌های مربوطه پخش شد. به عنوان اعمال تیمار علف‌کشی پیش از کاشت، علف‌کش تری‌فلورالین به میزان ۱۴۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۳ لیتر در هکتار ترفلان ۴۸٪ EC) (Zand et al., 2007) در همه کرت‌ها پاشیده شده و همراه با کمپوست با خاک مخلوط گردید. در هر واحد آزمایشی ۸ خط کاشت به فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۵ متر در نظر گرفته شد. بذور آفتابگردان رقم بلیزار (که رقمی زودرس می‌باشد) با فاصله ۲۸ سانتی‌متر از هم، روی ردیف‌های کاشت در اوائل تیر ماه (به عنوان کشت دوم) به صورت هیرم‌کاری کشت گردید. با توجه به کافی بودن میزان فسفر، پتاسیم و سایر مواد غذائی مورد نیاز، هیچگونه کود دیگری به غیر از تیمارهای آزمایشی استفاده نشد.

به منظور ارزیابی تراکم و وفور نسبی علف‌های هرز حدود دو هفته قبل از رسیدگی آفتابگردان، تمام علف‌های هرز موجود در هر یک از واحد های آزمایشی با لحاظ کردن اثر حاشیه به صورت دستی و به تفکیک گونه برداشت و شمارش گردید. سپس نمونه گیاهی در آون در دمای ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت خشک شده و وزن خشک آنها به تفکیک گونه اندازه‌گیری شد. همچنین برای تعیین وزن خشک آفتابگردان، دو هفته قبل از رسیدگی آفتابگردان ۵ عدد بوته کف بر شده و بعد از خشک شدن در شرایط ذکر شده، وزن خشک آنها اندازه‌گیری گردید. در زمان رسیدگی دانه، مساحت ۳ مترمربع با درنظرگیری اثر حاشیه برداشت شد و عملکرد دانه آفتابگردان اندازه‌گیری شد.

به منظور زیست‌سنجی بقایای علف‌کش تری‌فلورالین بر گیاه زراعی بعدی، در زمان دو هفته قبل از رسیدگی آفتابگردان، از کرت‌های آزمایشی ۳ نمونه خاک تا عمق ۱۰ سانتی‌متری برداشته شد و در گلدان‌های کوچک پلاستیکی ریخته شده و ۱۰ عدد بذر سورگوم در آنها کاشته شده و آبیاری گردید. یک هفته پس از سبز شدن گیاهچه‌های موجود در هر گلدان تنک شد و فقط ۳ عدد گیاهچه در گلدان باقی گذاشته شد. در شرایط آزمایشگاهی بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها به گلدان‌ها فقط در حدی آب داده می شد که هیچ آبی به صورت زه کش از آن خارج نشود و خاک به اندازه کافی مرطوب گردد. گیاهچه‌های سورگوم تا ۴ هفته در گلدان‌ها نگهداری شده و سپس با احتیاط از خاک خارج شده و طول و وزن خشک ریشه‌ها و تعداد ریشه‌های فرعی و وزن خشک و طول اندام هوایی اندازه‌گیری شدند (Gunther et al., 1993; Sandin-Espana et al., 2003).

در زمان برداشت با در نظر گرفتن اثر حاشیه، آفتابگردان‌ها از مساحت ۲/۵ مترمربع برداشت شده و عملکرد دانه آنها اندازه‌گیری گردید. داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

تنوع گونه‌ای و تراکم علف‌های هرز

جمعیت طبیعی علف‌های هرز مزرعه در این آزمایش نسبتا متنوع و شامل گونه‌های تاجریزی[1]، تاتوره[2]، خرفه[3]، تاج‌خروس ریشه قرمز[4]، پنیرک[5]، قوزک[6]، پیچک صحرایی[7]، توق[8]، گاوپنبه[9] و کلزا[10] (حاصل از ریزش بذر محصول قبلی) بودند که به طور نسبی توسط علف‌کش تری‌فلورالین کنترل شدند (شکل ۱). اگرچه گونه‌های گاوپنبه، توق، کلزا، پیچک، قوزک و پنیرک به واسطه استفاده از تری‌فلورالین به طور رضایت بخشی در تمامی مقادیر زئولیت کنترل شدند، ولی افزایش مقدار زئولیت همراه با ماده آلی به خاک باعث افزایش کارآیی تری‌فلورالین در کنترل علف‌های هرز شد.

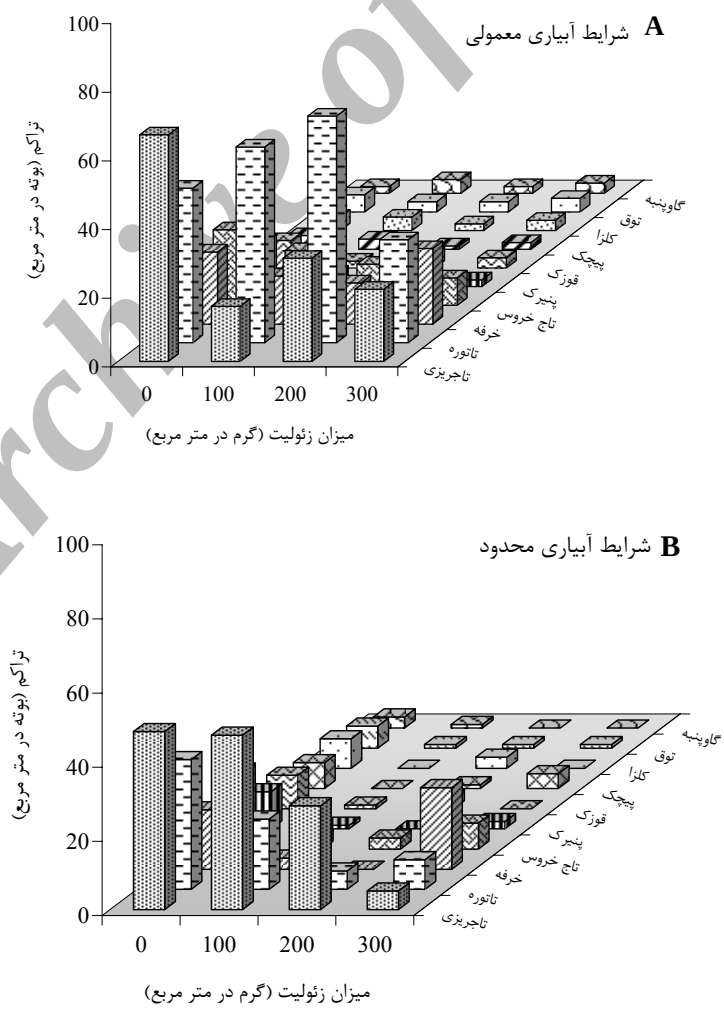
1. *Solanum nigrum* L.
2. *Datura stramonium* L.
3. *Portulaca oleraceae* L.
4. *Amaranthus retroflexus* L.
5. *Malva neglecta* Wallr.
6. *Hibiscus trionum* L.
7. *Convolvulus arvensis* L.
8. *Xanthium strumarium* L.
9. *Abutilon theophrasti* Medic
10. *Brassica napus* L.

Archive of SID

www.SID.ir

مصرف علف‌کش تری‌فلورالین در شرایط آبیاری معمولی (مصرف ۹۹۳۷ مترمکعب در هکتار در کل دوره رشد و نمو آفتابگردان) و محدودیت آب (مصرف ۷۸۸۷ مترمکعب در هکتار در کل دوره رشد و نمو آفتابگردان) با افزایش مصرف زئولیت همراه با ماده آلی به خاک، پاسخ‌های متفاوتی را در کنترل گونه‌های مختلف علف هرز در بر داشت. در شرایط آبیاری معمولی و بدون مصرف زئولیت گونه‌های تاج خروس، خرفه، تاتوره و تاجریزی نسبت به سایر گونه‌های علف هرز تراکم‌های بالاتری داشت (شکل ۱A). در شرایط بدون زئولیت همراه با محدودیت آبیاری نیز گونه‌های فوق غالب بودند ولی تراکم آنها نسبت به شرایط آبیاری معمولی کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۱B). در شرایط آبیاری معمولی، با افزایش مقدار زئولیت تغییرات نامنظمی در تراکم علف‌های هرز غالب مشاهده شد که این تغییرات بین ۲۰ تا ۶۰ بوته در مترمربع متغیر بود (شکل ۱A) ولی با اضافه شدن زئولیت همراه با محدودیت آبیاری تراکم گونه‌های علف هرز غالب روندی نزولی نشان دادند (شکل ۱B).

بر اساس نتایج آزمایش اختلاف معنی‌داری در تراکم کل علف‌های هرز تحت تأثیر علف‌کش تری‌فلورالین در مقادیر مختلف زئولیت و شرایط مختلف آبیاری مشاهده گردید (جدول ۳). با توجه به تغییرات تراکم کل علف‌های هرز می‌توان گفت افزایش مقدار زئولیت همراه با ماده آلی به خاک باعث کاهش تراکم اغلب گونه‌های علف‌های هرز به واسطه مصرف علف‌کش تری‌فلورالین در شرایط آبیاری معمولی و محدودیت آب شد (شکل۲). در این آزمایش تراکم کل علف‌های هرز تحت تأثیر



شکل ۱- تراکم گونه‌های مختلف علف هرز تحت تأثیر علف‌کش تری‌فلورالین در مقادیر مختلف زئولیت (A): در شرایط آبیاری معمولی، (B): در شرایط آبیاری محدود

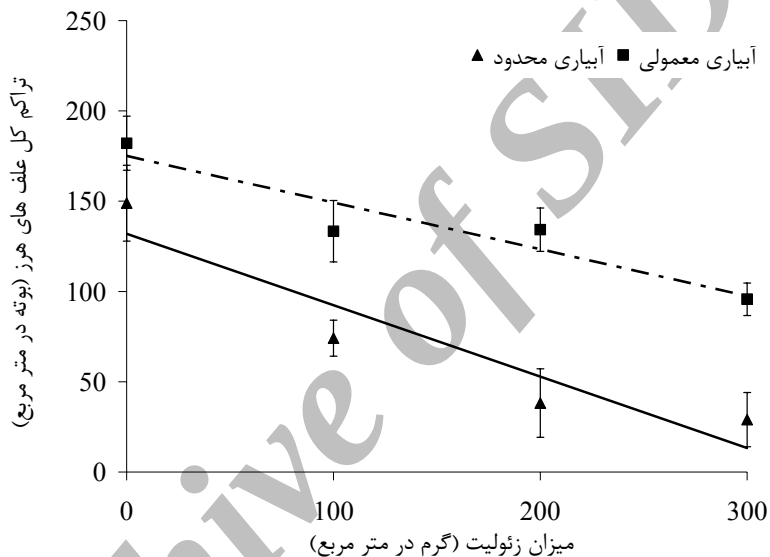
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم و ماده خشک کل علف‌های هرز، ماده خشک و عملکرد آفتابگردان تحت تأثیر علف‌کش تری‌فلورالین در مقادیر مختلف زئولیت تحت شرایط مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم علف‌های هرز	ماده خشک علف‌های هرز	ماده خشک آفتابگردان	عملکرد دانه آفتابگردان
بلوک	۲	۲۲۶۱*	۲۳۴۶*	۳۱۲۲۹۰^{ns}	۲۰۳۲۲^{ns}
آبیاری	۱	۱۷۲۲۷**	۱۲۶۲۳**	۷۶۶۸۹۳۵**	۱۸۸۳۸۴۰**
زئولیت	۳	۱۲۵۴۵**	۴۷۴۵**	۱۲۵۴۸۳۷**	۲۷۷۰۶۲*
آبیاری × زئولیت	۳	۱۰۸۴*	۸۹۱۸**	۲۳۹۰۰۵^{ns}	۱۹۲۱۲^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۴	۳۵۶	۴۵۲	۱۲۴۱۵۵	۴۱۳۶۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۷	۱۵	۸	۱۰

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، ns غیر معنی‌دار.



شکل ۲- تغییرات تراکم کل علف‌های هرز مزرعه آفتابگردان تحت تأثیر علف‌کش تری‌فلورالین در مقادیر مختلف زئولیت در شرایط آبیاری معمولی (خط بریده) و محدودیت آبیاری (خط صاف). معادله خطوط برازش شده و ضریب تبیین برای شرایط آبیاری معمولی $y = -517.07x + 175.11$ و $R^2 = 0.75$ و برای شرایط محدودیت آبیاری $y = -791x + 131.9$ و $R^2 = 0.73$ بود.

علف‌کش تری‌فلورالین با استفاده از کود آلی و بدون مصرف زئولیت در خاک، در شرایط آبیاری معمولی در حدود ۴۰ بوته در مترمربع بیشتر از شرایط محدودیت آبیاری بود و حتی با افزایش مقدار مصرف زئولیت در خاک همراه با کود آلی نیز این اختلاف در تراکم علف‌های هرز بین شرایط آبیاری معمولی و محدودیت آب حفظ گردید.

در شرایط آبیاری معمولی، تراکم علف‌های هرز تحت تأثیر مصرف علف‌کش تری‌فلورالین، با تغییر در مقدار زئولیت بین صفر تا ۳۰۰ گرم در مترمربع، از حدود ۱۸۰ به ۹۵ بوته در مترمربع رسید که نزدیک به ۴۷ درصد کاهش نشان داد. در شرایط محدودیت آبیاری نیز با استفاده از علف‌کش تری‌فلورالین در مقادیر مختلف زئولیت بین صفر تا ۳۰۰ گرم در مترمربع، تراکم علف‌های هرز با حدود ۸۰ درصد کاهش از ۱۳۰ به ۲۰ بوته در مترمربع رسید (شکل ۲). بر این اساس، می‌توان اظهار داشت، هر چند افزایش زئولیت به خاک باعث کاهش تراکم و کنترل بهتر علف‌های هرز در هر دو شرایط آبیاری معمولی و محدودیت آب گردید ولی افزایش زئولیت در شرایط محدودیت آبیاری علف‌های هرز را بهتر از شرایط آبیاری معمولی کنترل نمود.

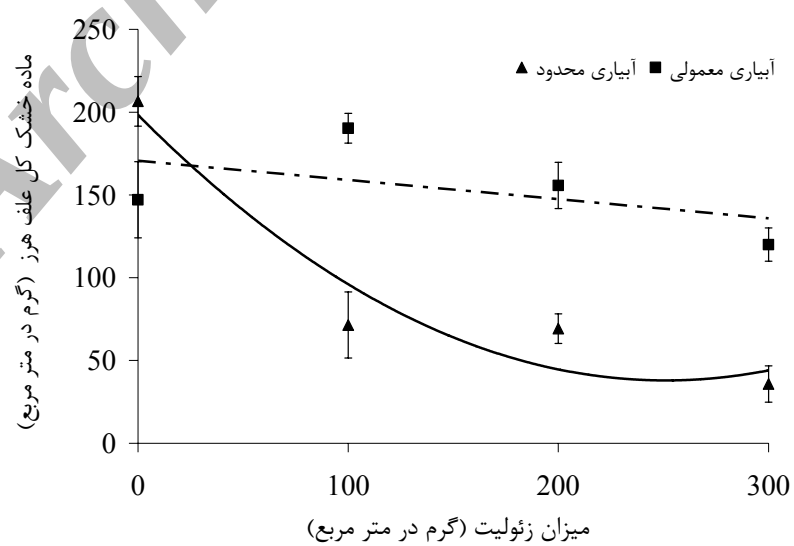
وزن خشک و زیست توده علف‌های هرز

مقدار کل ماده خشک علف‌های هرز نیز تحت تأثیر مصرف علف‌کش تری‌فلورالین در شرایط بدون مصرف زئولیت همراه با مصرف کود آلی در شرایط آبیاری معمولی به طور معنی‌داری (در حدود ۵۰ گرم بر

Archive of SID

www.SID.ir

مترمربع) بیشتر از شرایط محدودیت آبیاری بود. با افزایش مقدار زئولیت به خاک همراه با کود آلی، میزان ماده خشک کل علف‌های هرز در شرایط محدودیت آبیاری روندی نزولی داشت ولی در شرایط آبیاری معمولی، ماده خشک علف‌های هرز در ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت که متوسط این تغییر در حدود ۱۰ گرم بر مترمربع بود (شکل ۳). در شرایط آبیاری معمولی بیشترین مقدار ماده خشک علف‌های هرز به تیمار ۱۰۰ گرم زئولیت بر مترمربع و کمترین آن به تیمار ۳۰۰ گرم بر مترمربع مربوط می‌شد. در شرایط محدودیت آبیاری میزان ماده خشک علف‌های هرز تحت تأثیر علف‌کش تری‌فلورالین از حدود ۲۰۰ گرم در مترمربع در تیمار بدون زئولیت به حدود ۳۵ گرم در مترمربع در تیمار ۳۰۰ گرم زئولیت در مترمربع رسید که کاهشی در حدود ۸۲ درصد را نشان داد (شکل ۳). از مجموع اطلاعات شکل‌های ۲ و ۳ چنین استنباط می‌شود که در شرایط آبیاری معمولی با افزایش مصرف زئولیت به خاک، تراکم علف‌های هرز بیشتر از ماده خشک آنها تحت تأثیر علف‌کش دچار کاهش شد ولی در شرایط محدودیت آبیاری با افزایش مصرف زئولیت هم تراکم و هم ماده خشک علف‌های هرز تحت تأثیر تری‌فلورالین دچار کاهش گردید (شکل‌های ۲ و ۳). این طور به نظر می‌رسد در شرایط آبیاری معمولی هر چند افزودن زئولیت باعث کاهش تراکم علف‌های هرز به واسطه تأثیر تری‌فلورالین بود، ولی وزن تک بوته در علف‌های هرز افزایش یافت که به نظر می‌رسد دلیل آن تأمین نیتروژن کافی برای علف‌های هرز سبز شده توسط زئولیت بوده است. در مقابل، در شرایط محدودیت آبیاری، هم تراکم و هم وزن خشک علف هرز کاهش یافت که نشان دهنده کاهش وزن تک بوته نیز می‌باشد. کاهش رشد و وزن خشک تک بوته علف‌های هرز در شرایط محدودیت آبیاری در پی افزایش زئولیت در این آزمایش، یا به دلیل تأثیر محدودیت آبیاری بوده است یا به واسطه ممانعت از کاهش کارآیی علف‌کش در پی استفاده از زئولیت می‌باشد. با توجه به اینکه اثر مثبت زئولیت در رشد گیاهان به علت حفظ آب و عناصر غذایی در شرایط محدودیت آبیاری به اثبات رسیده است (Gholamhoseini et al., 2009b; Kazemian, 2000)، شاید بتوان گفت علت کاهش ماده خشک علف‌های هرز بیشتر به کاهش تراکم آنها در پی حفظ بقایای علف‌کش در اثر کاربرد زئولیت بوده و کمتر به دلیل کمبود رطوبت در اثر محدودیت آبیاری و یا حتی کمبود عناصر غذایی بوده است. در هر حال، این فرضیه در آزمون زیست‌سنجی مورد بررسی بیشتر قرار گرفته است.



شکل ۳- تغییرات ماده خشک کل علف‌های هرز تحت تأثیر علف‌کش تری‌فلورالین در مقادیر مختلف زئولیت در شرایط آبیاری معمولی (خط بریده) و محدودیت آبیاری (خط صاف). معادله خطوط برازش شده و ضریب تبیین برای شرایط آبیاری معمولی $y = -6333.3x^2 + 812x + 151.68$ و $R^2 = 0.57$ و برای شرایط محدودیت آبیاری $y = 10171x^2 - 2554.6x + 198.36$ و $R^2 = 0.88$ بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد آفتابگردان

نتایج آزمایش نشان داد که ماده خشک و عملکرد دانه در آفتابگردان به طور معنی‌داری تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری ($P\leq ۰/۰۱$) و مقادیر مختلف زئولیت ($P\leq ۰/۰۵$) قرار گرفت (جدول۳). در این آزمایش افزایش مصرف زئولیت باعث افزایش عملکرد دانه و ماده خشک در آفتابگردان هم در شرایط آبیاری معمولی و هم آبیاری محدود شد (جدول۴). در شرایط آبیاری معمولی، با افزایش زئولیت از صفر به ۳۰۰ گرم در مترمربع، عملکرد دانه و ماده خشک کل به ترتیب در حدود ۱۷ و ۲۳ درصد افزایش یافت. در شرایط آبیاری محدود نیز با افزایش مقدار مصرف زئولیت از صفر به ۳۰۰ گرم در مترمربع، عملکرد دانه و ماده خشک کل به ترتیب در حدود ۱۹ و ۱۷ درصد افزایش پیدا کرد که نشان می دهد با افزایش مقدار مصرف زئولیت در شرایط آبیاری معمولی میزان افزایش ماده خشک آفتابگردان نسبت به شرایط آبیاری محدود افزایش یافت ولی عملکرد دانه در شرایط آبیاری محدود نسبت به آبیاری معمولی بیشتر بوده است. در مورد تأثیر مثبت استفاده از زئولیت در شرایط آبیاری محدود و معمولی در افزایش عملکرد آفتابگردان (Gholamhoseini et al., 2007; Gholamhoseini et al., 2009b)، کلزا (Gholamhoseini et al., 2009a) و گیاه دارویی بادرشبی، *Dracocephalum moldavica* (Gholi Zade et al., 2006) گزارش هایی از ایران ارائه شده است. علت این افزایش در عملکرد گیاه زراعی به دلیل کاهش شستشوی نیتروژن در پی استفاده از زئولیت به مقدار ۶ تا ۹ تن در هکتار عنوان شده است (Gholamhoseini et al., 2009a). با توجه به این نکته می‌توان گفت که احتمالاً علف‌های هرز نیز از این امتیاز در مورد فراوانی نیتروژن در پی ممانعت از آبشویی آن استفاده نموده و رشد بیشتر و رقابت شدیدتری داشته‌اند. کاهش تراکم علف‌های هرز روئیده به واسطه ممانعت علف‌کش تری‌فلورالین از جوانه‌زنی اغلب بذور، موقعیتی را برای گونه‌های سبز شده فراهم آورد که هم از نور کافی به واسطه کاهش تراکم گیاهی استفاده کنند و هم از نیتروژن کافی که توسط زئولیت در اختیار گیاه قرار گرفته بهره جسته و رشد بیشتری نمایند. در هر حال باید توجه نمود هر چند زئولیت به واسطه ذخیره و حفظ نیتروژن خاک مانع از آبشویی آن شده و باعث افزایش عملکرد دانه و ماده خشک گیاهان گردید ولی از سویی دیگر باعث افزایش دوام و پایداری علف‌کش تری‌فلورالین و کنترل بیشتر علف‌های هرز شده است (شکل‌های ۲ و ۳ و جدول ۴).

آزمون زیست‌سنجی علف‌کش تری‌فلورالین

نتایج آزمون زیست‌سنجی نشان داد در شرایط مختلف آبیاری، بقایای علف‌کش تری‌فلورالین متفاوت بوده است. این طور به نظر می‌رسد که میزان تری‌فلورالین باقی مانده در خاک کرت‌هایی که تحت شرایط محدودیت آبیاری بوده‌اند بیشتر از کرت‌هایی بود که آبیاری کافی در آنها صورت گرفت. کاهش قابل توجه رشد گیاهچه‌های سورگوم که با ارزیابی وزن خشک، طول اندام‌ها و تعداد ریشه‌های فرعی در گلدان‌های پر شده با خاکی که با دریافت تری‌فلورالین تحت آبیاری

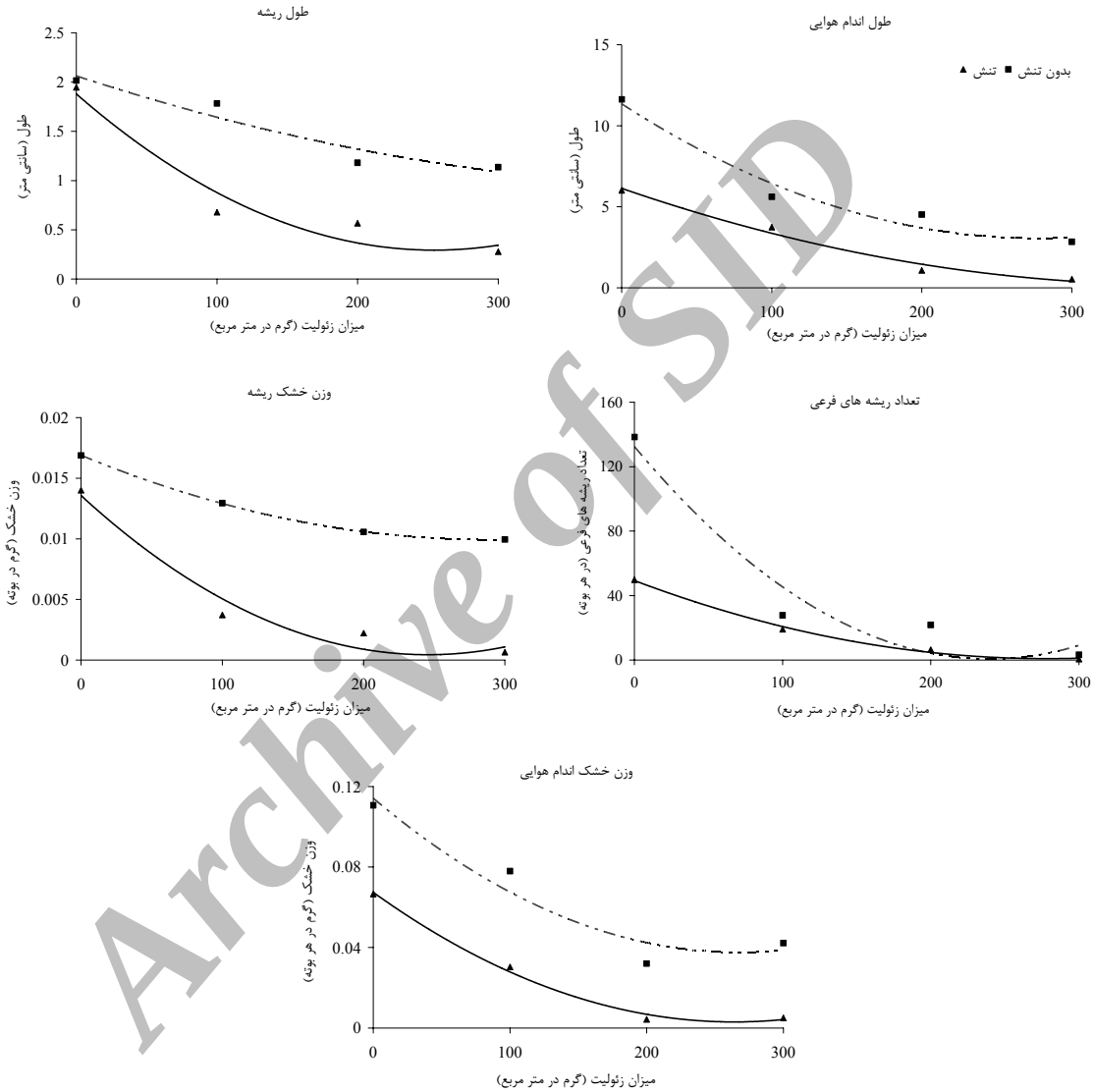
جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی عملکرد دا نه و ماده خشک آفتابگردان در مقادیر مختلف زئولیت تحت شرایط مختلف آبیاری

تیمار	عملکرد دانه آفتابگردان Kg/ha	ماده خشک آفتابگردان Kg/ha
نوع آبیاری		
آبیاری معمولی	۲۴۰۰a	۵۴۵۲a
آبیاری محدود	۱۸۴۰b	۴۳۲۶b
میزان زئولیت (گرم در مترمربع)		
صفر	۱۸۵۸b	۴۲۸۶c
۱۰۰	۲۰۳۷b	۴۷۶۴bc
۲۰۰	۲۲۹۴a	۵۱۳۱ab
۳۰۰	۲۳۰۱a	۵۳۷۴a

Archive of SID

www.SID.ir

محدودتری بود، شاهد این مدعی است (شکل ۴)، به نظر می‌رسد در شرایط آبیاری محدود در اثر عدم تجزیه شیمیایی یا میکروبی علف‌کش و یا آبشویی کمتر، بقایای بیشتری از تری‌فلورالین در خاک وجود داشته و رشد سورگوم را تضعیف نموده است. نتایج برخی آزمایش‌ها نشان داد که کاهش رطوبت تأثیر مستقیم روی میکروارگانیسم‌های خاک داشته و فعالیت آنها بویژه در تجزیه ترکیبات شیمیایی از جمله علف‌کش‌ها را تحت تأثیر قرار داده است (Reimer et al., 2005; Saghotker, 2009; Ratcliff et al., 2006).



شکل ۴- تغییرات طول، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و تعداد ریشه‌های فرعی در گیاهچه‌های سورگوم تحت تأثیر پسماند های علف‌کش تری‌فلورالین در خاکی که مقادیر مختلف زئولیت در شرایط آبیاری معمولی (خطوط بریده) و محدودیت آبیاری (خط صاف) دریافت نموده است. معادله خطوط برازش شده و ضریب تبیین برای تغییرات طول ریشه تحت شرایط آبیاری معمولی $y = 0.0019x^2 - 0.0934x + 2.0627$ و $R^2 = 0.64$ و برای شرایط محدودیت آبیاری $y = 0.0098x^2 - 0.2494x + 1.8801$ و $R^2 = 0.85$، و تغییرات تعداد ریشه‌های فرعی برای شرایط آبیاری معمولی $y = 0.9204x^2 - 22.033x + 132.49$ و $R^2 = 0.90$ و برای شرایط محدودیت آبیاری $y = 0.2497x^2 - 6.9572x + 49.314$ و $R^2 = 0.70$، و تغییرات وزن خشک ریشه برای شرایط آبیاری معمولی $y= 1E-07x^2 - 5E-05x + 0.0168$ و $R^2 = 0.63$ و برای شرایط محدودیت آبیاری $y = 7E-05x^2 - 0.0019x + 0.013$ و $R^2 = 0.96$ و تغییرات طول اندام هوایی برای شرایط آبیاری معمولی $y= 0.0433x^2 - 1.1983x + 11.352$ و $R^2 = 0.87$ و برای شرایط محدودیت آبیاری $y= 0.0249x^2 - 0.7102x + 6.1783$ و $R^2 = 0.72$ و تغییرات وزن خشک اندام هوایی برای شرایط آبیاری معمولی $y = 0.0002x^2 - 0.0079x + 0.1097$ و $R^2= 0.87$ و برای شرایط محدودیت آبیاری $y = 0.0004x^2 - 0.0106x + 0.0705$ و $R^2= 0.94$ بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

از طرف دیگر با افزایش مقدار زئولیت در خاک میزان ماده خشک و طول اندام‌های هوایی و ریشه و تعداد ریشه‌های فرعی گیاه سورگوم در شرایط آزمون زیست‌سنجی به طور واضح دچار کاهش گردید. روند کاهشی در صفات اندازه‌گیری شده سورگوم در آزمون زیست سنجی نشانگر افزایش سمیت تری‌فلورالین به واسطه افزایش مقدار زئولیت می‌باشد. این در حالی است که انتظار می‌رفت میزان پایداری علف‌کش به خاطر مصرف مواد آلی کمتر شده باشد. این طور به نظر می‌رسد که زئولیت توانایی حفظ و ذخیره تری‌فلورالین را داشته و مانع تجزیه و یا شستشوی آن از خاک گشته است و در نتیجه مقادیر بیشتری از تری‌فلورالین در خاک باقی مانده و رشد سورگوم را تضعیف نموده است و به همین علت تأثیر مثبت آن در کنترل بهتر علف‌های هرز به اثبات می‌رسد هر چند از آنجا که زئولیت توانایی ذخیره و حفظ عناصر غذایی مانند نیتروژن را دارد (Gholamhoseini et al., 2009a)، انتظار می‌رفت که در خاکی که حاوی مقادیر بیشتری زئولیت می‌باشد گیاهچه‌های سورگوم رشد بیشتری داشته باشند ولی به علت وجود مقدار بیشتری از علف‌کش (به واسطه زئولیت بیشتر)، رشد گیاهچه‌ها کاهش چشمگیری نشان داد ولی در مزرعه در شرایط آبیاری معمولی که امکان کاهش تری‌فلورالین به علت تجزیه و آبشویی بالاتر بوده است ممکن است گیاهچه‌ها رشد بیشتری به واسطه ذخیره بالای عناصر غذایی نموده باشند که می‌تواند کاهش شیب نزولی در منحنی تغییرات صفاتی مانند طول و وزن خشک ریشه در شرایط آبیاری معمولی را توجیه نماید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیقات گذشته نشان داده است که استفاده از زئولیت می‌تواند باعث حفظ عناصر غذایی مانند نیتروژن در خاک و ممانعت از آبشویی آنها به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شود و همچنین گیاه را در برابر تنش‌های خشکی محافظت نماید چرا که به دلیل وجود حالت متخلخل در ساختمان، زئولیت‌ها توانایی حفظ مولکول آب در داخل فضای درونی خود را دارند. نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد کاربرد زئولیت از تجزیه و آبشویی علف‌کش تری‌فلورالین بعد از مصرف در خاک جلوگیری کرده و دوره اثر آن را به واسطه حفظ پایداری بیشتر می‌کند. اصولاً در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز تلاش‌ها در جهت جلوگیری از آثار منفی رقابت علف‌های هرز بر گیاه زراعی بوده و نابودی کامل علف‌های هرز مد نظر نمی‌باشد. در صورتی که پایداری علف‌کش تا پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز توسط موادی مانند زئولیت تا حدی حفظ گردد، احتمالاً با مصرف مقادیر کمتر علف‌کش نیز گیاه زراعی بر علف‌های هرز به ویژه گونه‌هایی که در طی دوره بحرانی ظاهر می‌گردند غلبه خواهد کرد.

REFERENCES

1. Barriuso, E., Houot, S. & Serra-Wittling, C. (1997). Influence of compost addition to soil on the behavior of herbicides. *Pesticide Science*, 49, 65-75.
2. Blair, A. M. & Martin, T. D. (1988). A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. *Pesticide Science*, 22, 195-219.
3. Broholm, M. M., Tuxen, N., Rugge, K. & Bjerg. P. L. (2001). Sorption and degradation of the herbicide 2-Methyl-4, 6-dinitrophenol under aerobic conditions in a sandy aquifer in Vejen, Denmark. *Environmental Science and Technology*, 35, 4789-4797.
4. Capasso, S., Coppola, E., Iovino, P., Salvestrini S. & Colella, C. (2007). Uptake of phenylurea herbicides by humic acid–zeolitic tuff aggregate. From Zeolites to Porous MOF Materials. In: Proceedings of *the 40th anniversary of international zeolite conference*. 2122-2127 p.
5. Cox, L., Celis, R., Hermosin, M. C., Cornejo, J., Zsolnay, A. & Zeller, K. (2000). Effect of organic amendments on herbicide sorption as related to the nature of the dissolved organic matter. *Environmental Science and Technology*, 34, 4600-4605.
6. Cruz-Guzman, M., Celis, R., Carmen Hermosin, M. & Cornejo, J. (2004). Adsorption of the merbicide simazine by montmorillonite modified with natural organic cations. *Environmental Science and Technology*, 38, 180-186.
7. Duncan, R. & Seymour, L.W. (1989). *Controlled release technologies: A survey of research and commercial applications*, Elsevier Advanced Technology, Oxford, pp. 355.
8. Eghball, B. & Lesoing, G. W. (2000). Viability of weed seeds following manure windrow composition.

Archive of SID

www.SID.ir

Compost Science Utilization, 8, 46-53.
9. Eghball, B., Wienhold, B. & Gilley, J. (2001). Comprehensive manure management for improve nutrient utilization and environment. *Soil and Water Conservation Research*, 1, 128-135.
10. Forouzan-Gohar, M., Haghnia, G. H., Kocheki, A. R. & Tabatabaie-Yazdi, F. (2005). Effect of organic matter and soil texture on atrazin and metamitrone persistence. *Agriculture and Natural Sciences Technology*, 9, 131-141. (In Farsi)
11. Gholamhoseini, M., Aghaalikhani, M. & Malakoti, M. (2009a). Effect of different Nitrogen level and zeolite on canola (*Brassica napus* L.) yield. *Agriculture and Natural Science and Technology*, 12, 537-548. (In Farsi).
12. Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., Dolatabadian, A., Jamshidiand, E. & Khodaei-Joghan, A. (2009b). Integrated fertilizer management to attain sunflower sustainable production under different irrigation regimes. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 21, 1-15.
13. Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., Modarres-Sanavy, S. A. M. & Jamshidi, E. (2007). Effect of Zeolite Compost Application in Loamy Sand Field on Grain yield and Other Traits of Sunflower. *Environmental Sciences*, 5, 23-36. (In Farsi).
14. Gholi Zade, A., Esfahani, M. & Azizi, M. (2006). The study on the effect of different levels of zeolit and water stress on characteristics and quality of moldavian balm. *Pajouhesh and Sazandegi*, 73, 96-102. (In Farsi).
15. Gunther, P., Pestemer, W., Rahman, A. & Nordmeyer, H. (1993). A bioassay technique to study the leaching behavior of sulfonylurea herbicides in different soils. *Weed Research*, 33, 177-185.
16. Kazemian, H. (2000). *Recent research on the Iranian natural zeolite resource (A review)*. Access in Nanoporous Materials-II. Banff. Alberta. Canada. May. pp: 25-28.
17. Kropff, M. J., Lotz, L. A. P. & Weaver, S. E. (1993). *Practical applications in modeling crop weed interaction*. In: Kropff, M. J. H. H. Vanlaar. (eds). IRRI. Book Publisher. pp 250-300.
18. Lemic, J., Kovacevic, D., Tomasevic-Canovic, M., Kovacevic, D., Stanic, T. & Pfend, R. (2006). Removal of atrazine, lindane and diazinone from water by organo- zeolites. *Water Research*, 40, 1079-1085.
19. Maeschner, P., Kandeler, E. & Maeschner, B. (2003). Structure and function of the soil microbial community in a long term fertilizer experiment. *Soil biology and Biochemistry*, 35, 453-461.
20. Micu, D., Proca, C., Ioana, C., Podaru, C. & Burtica, G. (2005). Improvement possibility of soil quality. *Chemistry Bulletin*, 50, 108-111.
21. Moorman, T. B. & Cowan, J. K. (2001). Organic amendments to enhance herbicide biodegradation in contaminated soils. *Biological Fertilizers in Soils*, 33, 541-545.
22. Mosavi, S. K., Zand, E. & Saremi, H. (2005). *Physiological function and application of herbicides*. Zanjan University Press, 91-102pp. (In Farsi).
23. Mumpton, F. A. (1999). Uses of natural zeolites in agriculture and industry. In: Proceedings of *National Academic Science*, USA, 96: 3463-3470.
24. Payra, P., Dutta, P. K., Auerbach, S. M., Carrado, K. A. & Dutta, P. K. (2004). (eds). *Handbook of zeolite science and technology*, Dekker, New York, pp.119.
25. Peacock, A. D., Mullen, M. D., Ringelberg, D. B., Tayler, D. D., Hedrick, D. B., Gale, P. M. & White, D. C. (2001). Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate application. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 1011-1019.
26. Polat, E., Karaca, M., Demir, H. & Naci-Onus, A. (2004). Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in Agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12, 183-189.
27. Rahman, A. (1977). Persistence of terbacil and trifluralin under different soil and climatic conditions. *Weed Research*, 17, 145-152.
28. Rahman, A. (1973). Effects of temperature and soil type on the phytotoxicity of trifluralin. *Weed Research*, 13, 267-272.
29. Ratcliff, A. W., Busse, M. D. & Shestak, C. J. (2006). Changes in microbial community structure following herbicide (glyphosate) additions to forest soils. *Appl Soil Ecology*, 34, 114-124.
30. Reimer, M., Farenhorst, A. & Gaultier, J. (2005). Effect of Manure on Glyphosate and Trifluralin Mineralization in Soil. *J Environ Sci and Health Part B*, 40, 605-617.
31. Saghotker, H. A. (2009). Effects to soil carbon mineralization of the different doses of trifluralin at the different temperature conditions. *Europ J of Soil Biol*, 42, 1-5.
32. Sand, L. B. & Mumphton, F. A. (1978). *Natural zeolites: occurrence, properties, and uses*. Eds., Oxford, pp. 441-450.
33. Sandin-Espana, P., Lanos, S. L., Magrans, J. O., Alonso-Prados, J. L. & Garcia-Baudin, J. M. (2003). Optimization of hydroponic bioassay for herbicide tepraloxydim by using water free from chlorine. *Weed Research*, 43, 451-457.

Archive of SID

www.SID.ir

34. Shankar, M. V., Anandan, S., Venkatachalam, N., Arabindoo, B. & Murugesan, V. (2006). Fine route for an efficient removal of 2, 4-dichlorophenoxyaceticacid (2, 4-D) by zeolite-supported TiO. *Chemosphere*, 63, 1014-1021.
35. Solbakken, E., Hole, H., Lode, O. & Pedersen, T. A. (1982). Trifluralin persistence under two different soil and climatic conditions. *Weed Research*, 22, 319-328.
36. Villaverede, J. & Brown, C. D. (2008). Adsorption and degradation of four acidic herbicides in soils from southern Spain. *Pest Management Science*, 64, 703-710.
37. Walcarius, A. & Mouchotte, R. (2004). Efficient InVitro Paraquat Removal via Irreversible Immobilization into Zeolite Particles. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 46, 135-140.
38. Zand, E., Baghestani, M. A., Bitarafan, M. & Shimi, P. (2007). *A guideline for herbicides in Iran*. Jahade Daneshgahi Mashhad Publishing, pp 65. (In Farsi).
39. Zhang, H., Kim, Y. & Dutta, P. K. (2006). Controlled release of paraquat from surface-modified zeolite Y. *Microporous and Mesoporous Materials*, 88, 312-318.

Archive of SID

www.SID.ir