نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۴۷۶-۴۶۷

Journal of Plant Protection
Vol. 26, No. 4, Winter 2013, P. 467-476

بررسی روند تجزیه متری بیوزین در خاک و تاثیر کود آلی بر تجزیه و نیمه عمر آن در شرایط کنترل شده

سیده فاطمه فخرراد[۱*]- ابراهیم ایزدی دربندی[۲]- محمدحسن راشد محصل[۳]- محمد حسن زاده خیاط[٤]- حوریه نصیرلی[٥]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۲/۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۷/۵

چکیده

به منظور بررسی روند تجزیه متری بیوزین در خاک و تاثیر کاربرد کود گاوی بر نیمه عمر آن آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل مقدار کود آلی گاوی در چهار سطح (۰، ۱، ۵ و ۱۰درصد وزنی خاک) و زمان برداشت نمونه ها در ۸ سطح (۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۶، ۶۴و ۹۰ روز پس از خوابانیدن نمونه ها در انکوباتور) بودند. بر اساس نتایج آزمایش، متوسط میزان تجزیه متریبیوزین در خاک شاهد (خاک بدون کاربرد کود گاوی) ۶۹/۲۲ درصد بود و افزودن ۱، ۵و۱۰ درصد کود گاوی به خاک سبب افزایش میزان تجزیه و کاهش باقیمانده متری بیوزین بترتیب به ۶۴/۶۹، ۶۴/۴۲ و۶۴/۹۱ درصد شدند. طول دوره خوابانیدن نمونه ها در انکوباتور تاثیر کاملا معنی داری ($P\leq0.01$) بر روند تجزیه علف کش متری بیوزین داشت و با گذشت زمان باقیمانده متری بیوزین در خاک کاهش یافت. بطوریکه در روزهای ۳۶، ۶۴ و۹۰ روز به ترتیب به ۵۹/۱۲، ۳۸/۱۸ و ۲۸/۵۵ درصد مقدار اولیه رسید. کاربرد ۱، ۵ و ۱۰ درصد کود دامی به خاک منجر به کاهش نیمه عمر متری بیوزین از ۸۵/۵۷ روز به ترتیب به۴۷/۸۰، ۵۷/۲۸، ۳۸/۰۸ روز شد. در مجموع بر مبنای نتایج این آزمایش کاربرد مواد آلی در کاهش نیمه عمر و افزایش تجزیه متری بیوزین موثر است و با توجه به اینکه یکی از مهمترین مشکلات خاک‌های کشور، کمبود کود آلی در آنها می باشد، به نظر می رسد کاربرد آنها در تجزیه متری بیوزین و کاهش اثرات منفی ناشی از حضور باقیمانده آن در خاک موثر است.

واژه‌های کلیدی: باقیمانده، تجزیه زیستی، کود گاوی

مقدمه

متری بیوزین علف کشی انتخابی و متعلق به علف کش‌های گروه ترایازین‌های نامتقارن (تریازینون ها) و از بازدارندگان فتوسیستم II است که بصورت پیش رویشی و پس رویشی برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در بسیاری از محصولات از جمله سیب زمینی، سویا، گوجه فرنگی، گندم و جو بکار می رود (۱۵ و ۱۷). علی رغم کاربرد گسترده متری بیوزین در بسیاری از مناطق دنیا، آلودگی‌های زیست محیطی از مهمترین تبعات ناشی از کاربرد آن می باشد. بطور کلی از آنجایی که در علف کش‌های خاک مصرفی از جمله متری بیوزین، خاک مخزن اصلی ذخیره و نگهداری آنها است، لذا ماندگاری آن ها در خاک از مهمترین شکل‌های آلودگی آنها می باشد. از اینرو درک عوامل موثر بر ماندگاری و تجزیه این گروه از آفت کش ها در خاک به منظور شناخت بهتر سرنوشت محیطی آنها مهم است (۲۴). منابع مختلف، متری بیوزین را علف کشی با ماندگاری متوسط با نیمه عمر ۵۰ تا ۶۰ روز در خاک معرفی کرده اند (۱۰). اما بسته به شرایط اقلیمی و خصوصیات خاک نیمه عمرهای متفاوتی برای آن گزارش شده است. بر اساس مطالعات انجام شده، نیمه عمر متری بیوزین در لایه‌های سطحی خاک هایی که در معرض دمای بالا و تابش شدید آفتاب قرار گرفته بودند ۴ تا ۵ روز، در فصل بهار۵۱ روز، در فصل تابستان ۱۶ روز و در فصل زمستان ۵۲ روز گزارش شده است (۲۲)، با این وجود در برخی مطالعات نیمه عمر آن در لایه‌های زیرین خاک بیشتر از ۵۰۰ روز نیز آورده شده است (۱۶). مطالعات انجام شده، تجزیه زیستی را عامل اصلی سرنوشت این علف کش در خاک معرفی کرده و سرعت تجزیه آن بستگی به اسیدیته، دما، بافت خاک و بخصوص مقدار مواد آلی خاک دارد. مواد آلی خاک با تاثیر گذاری بر جمعیت و فعالیت

۱،۲و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Email: fa_fakhr@ yahoomail.com)
۴- استاد دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
۵- مربی مرکز تحقیقات علوم دارویی، پژوهشکده ی بوعلی مشهد

ریزموجودات خاک نقش مهمی در سرنوشت و تجزیه علف کش ها دارند. از یک سو جذب علف کش توسط مواد آلی خاک سبب کاهش انتقال آنها در پروفیل خاک می شوند و این مهم در کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی موثر است. کابریرا وهمکاران (۸) در تحقیقات خود به نقش اضافه کردن ضایعات کارخانه ای زیتون در جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط علف کش دیوران، حداقل به مدت ۲۴ ماه بعد از کاربرد اشاره کرده اند. از سوی دیگر با افزایش مواد آلی خاک، فعالیت میکروبی آن به دلیل فراهمی قندها و اسیدهای آمینه حاصل از آن تشدید می شود که این مساله در تجزیه زیستی علف کش موثر است (۷). با این وجود آزمایشات انجام شده در این ارتباط، نتایج متناقضی را نیز نشان داده اند. در آزمایشی که به منظور بررسی نقش مواد آلی در تجزیه علف کش 2,4-D انجام شد، مشاهده شد که افزایش مواد آلی خاک از ۰/۹ درصد به ۲/۹ درصد وزنی خاک منجر به افزایش فعالیت میکروبی خاک شد، اما به دلیل جذب سطحی علف کش به مواد آلی خاک و کاهش فراهمی زیستی آن برای ریزموجودات خاک، تجزیه آن در خاک کاهش یافت (۱۱). کادین و همکاران (۱۸) با افزایش کود آلی، کمپوست قارچ و پساب به خاک آلوده شده با آترازین، دریافتند که این مواد، تجزیه آترازین را از طریق تحریک ریز جانداران تجزیه کننده آن افزایش داده اند. بر اساس گزارش نامبردگان، درصد تجزیه آترازین نسبت به شاهد در سه تیمار مذکور به ترتیب ۲۲/۰۷، ۲۹/۷، ۳۴/۱۷ درصد بود. گتنگا (۱۲) در بررسی تاثیر کمپوست بر سرنوشت آترازین مشاهده کرد که افزودن مواد آلی پس از ۱۱۲ روز تجزیه آترازین (۵۵/۱ درصد) را در مقایسه با تیمار شاهد (۳۰/۷ درصد) به طور معنی داری افزایش داد. با این حال اعتقاد بر این است که بسته به نوع مواد آلی اثرات متفاوتی در تجزیه زیستی مشاهده می شود. هانس (۱۴) مشاهده کرد که افزایش لجن فاضلاب باعث توقف تجزیه آترازین، دیوران و لینوران می شود، ولی کود گاوی روند تجزیه آنها را تسریع می کند. مورمان و همکاران (۲۶) نیز مشاهده کردند که هرچند خاک اره و کود گاوی منجر به افزایش ریز جانداران خاک می شوند، اما خاک اره بر خلاف کود گاوی کاهش تجزیه آترازین را در پی داشت. اگرچه به اعتقاد بسیاری از محققان استفاده از مواد آلی می تواند نقش مثبتی در تجزیه متری بیوزین داشته باشد، با این حال گزارش هایی نیز وجود دارد که کاربرد این مواد باعث افزایش ماندگاری متری بیوزین در خاک می شود. در مطالعه ای که توسط گتنگا و همکاران (۱۳) به منظور تاثیر افزایش کمپوست برتجزیه زیستی دو علف کش متری بیوزین و توفوردی انجام شد، مشاهده شد که با افزایش میزان کمپوست خاک، تجزیه هر دو علف کش افزایش یافت و سرعت تجزیه توفوردی در اثر افزودن کمپوست به خاک بیشتر از متری بیوزین بود. بر اساس گزارش نامبردگان افزایش میزان کمپوست در مقادیرخیلی بالا (۵۰۰۰ پی پی ام) از طریق افزایش درجه جذب هر دو علف کش به اجزای آلی و معدنی خاک منجر به کاهش تجزیه علف کش می شود. بطوریکه در این مقدار از کمپوست تنها ۵/۸ درصد متری بیوزین و ۵۵/۵ درصد از توفوردی تجزیه شد. اعتقاد بر این است که هر چند این مساله در ماندگاری متری بیوزین در خاک نقش مهمی دارد اما با توجه به بالابودن ضریب آبشویی متری بیوزین، استفاده از کمپوست و ترکیبات آلی یکی از عوامل مهم در مدیریت آبشویی این علف کش می باشد (۲۹). از آنجایی که متری بیوزین از علف کش‌های مهمی است که در کنترل علف‌های هرز مزارع سیب زمینی، گندم، جو و سویا در کشور کاربرد دارد (۴) و با توجه به اینکه مطالعاتی در ارتباط با روند تجزیه و عوامل تعیین کننده سرنوشت آن در کشور انجام نشده است، این مطالعه با هدف بررسی روند تجزیه متری بیوزین در خاک و نقش افزودن کود گاوی در خاک در تجزیه و نیمه عمر آن در شرایط کنترل شده انجام شد. نتایج حاصل از این بررسی می تواند در جهت کاهش اثرات زیست محیطی و باقیمانده آن بر محصولات زراعی تناوبی مفید باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و به منظور بررسی روند تجزیه متری بیوزین در خاک و نقش کود گاوی در تجزیه آن، در شرایط کنترل شده انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل مقدار کود آلی (کود گاوی) در چهار سطح (۰، ۱، ۵ و ۱۰ درصد وزنی خاک) و زمان برداشت نمونه ها در ۸ سطح (۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۶، ۶۴و ۹۰ روز پس از خوابانیدن نمونه ها در انکوباتور) بودند. برای این منظور، خاکی از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متری مزرعه ای که حداقل تا ۵ سال قبل هیچ گونه آفت کش و کود دامی در آن استفاده نشده بود تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و درصد رطوبت زراعی آن تعیین گردید و بقایای گیاهی آن توسط الک ۲ میلی متری جدا شد. برای آلوده کردن خاک ها به متری بیوزین، پس از تهیه خاک‌های مورد نظر در سطوح مختلف کود آلی (با احتساب ۵۰ گرم خاک خشک)، در درون شیشه‌های ۱۵۰ میلی لیتری درب دار قرار داده شدند و به نسبت ۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک، به علف کش متری بیوزین آلوده شدند. برای این منظور پس از اضافه کردن یک گرم متری بیوزین (با در نظر گرفتن درجه خلوص آن (۷۵٪pw) در ۱۰۰۰ سی سی متانول تجاری و تهیه محلول ۱۰۰۰ پی پی ام میزان ۵ سی سی از این محلول را، با استفاده از پیپت سرنگی، روی خاک مخلوط شده با نسبت‌های مختلف کود آلی ریخته شد. پس از تبخیر کامل متانول ازسطح خاک داخل شیشه ها، درب آن ها بسته شده و به شدت تکان داده شد تا علف کش به طور یکنواخت با خاک و کود دامی ترکیب شود (۱۹)، سپس به تمام نمونه ها آب استریل

شده در حد ۷۵ درصد ظرفیت زراعی خاک اضافه کرده و درب شیشه‌ها با کاغذ آلومینیوم منفذدار بسته شد و در داخل انکوباتور، در شرایط تاریکی و دمای ۲۷ درجه سانتی گراد (۷) به مدت ۹۰ روز قرار گرفت. در طول آزمایش با توزین شیشه ها، رطوبت خاک ها در حد ۷۵ درصد ظرفیت زراعی حفظ شدند. پس از خروج نمونه ها ی خاک در دوره‌های زمانی معین، برای تعیین غلظت باقیمانده متری بیوزین، نمونه ها تا مرحله استخراج متری بیوزین از خاک در دمای ۲۵- درجه سانتی گراد و در داخل فریزر نگهداری شدند (۱۹). استاندارد شیمیایی متری بیوزین با خلوص ۹۹/۵ درصد از شرکت آلمانی بایر کراپ ساینس و با همکاری بخش علف‌های هرز موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه شد. متری بیوزین تجاری نیز با خلوص ۷۵ درصد به صورت پودر وتابل، از موسسه مذکور تهیه شده بود. به منظور استخراج متری بیوزین از نمونه‌های آزمایش، ۱۰ گرم از خاک مربوط به هر تیمار را درون فالکون های۵۰ میلی لیتری منتقل و ۲۰ میلی لیتر متانول با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد به آن ها اضافه شد و پس از تکان دادن آن ها به مدت ۱/۵ ساعت توسط دستگاه شیکر، با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ با دور۳۵۰۰ و به مدت ۱۰ دقیقه عملیات سانتریفیوژ انجام تا فازمایع (متانول) از فاز جامد (خاک) جدا شود، سپس فاز مایع توسط کاغذ صافی واتمن شماره ی ۴۲ درون ارلن شیشه ای صاف شد. مراحل مذکور برای خاک باقی مانده داخل فالکون، مجددا تکرار شد و محلول صاف شده از دو مرحله را درون ارلن هایی به حجم ۱۰۰ میلی لیتر ریخته و برای ممانعت از تبخیر حلال درب آنها توسط پارافیلم مسدود و در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در مرحله بعد برای تغلیظ باقیمانده ی متری بیوزین در محلول جمع آوری شده، با استفاده از دستگاه روتاری اواپراتور و در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد حمام آب گرم ، حلال متانول به طور کامل تبخیر و پس از آن، با استفاده از پیپت سرنگی، ۵ میلی لیتر متانول به باقیمانده متری بیوزین موجود در بالون روتاری اواپراتور اضافه و جهت تحلیل نتایج، محلول حاصل پس از انتقال در ظروف شیشه ای به حجم ۱۰ سی سی، تا زمان تزریق به دستگاه HPLC، در یخچال و در دمای ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شد. دستگاه HPLC مورد استفاده در این آزمایش مدل شیمادزو مجهز به آشکار ساز Spectrophotometric Uv-Vis و طول موج ۲۹۰ نانومتر و یک ستون فاز معکوس C18 (به طول ۲۵ و قطر۴/۵ سانتی متر) بود. فاز متحرک با نسبت ۸۰ به ۲۰متانول (HPLC Grade) به آب دی ایونایز و با سرعت جریان ۰/۵ میلی لیتر در دقیقه تنظیم شد. حجم نمونه ی تزریق شده به HPLC نیز برابر ۲۵ میکرولیتر بود.

برای واسنجی دستگاه HPLC پیش از تزریق نمونه‌های مورد آزمایش، محلول‌های استاندارد با غلظت‌های مشخص تهیه و منحنی استاندارد آنها ترسیم شد (شکل۱). برای این منظور، محلول‌های ۰/۵، ۱،۲ ، ۳ ، ۴ و۵ پی پی ام در متری بیوزین از محلول استوک ۶۰ میلی گرم در لیتر متری بیوزین با خلوص ۹۹/۵ درصد در متانول با خلوص ۹۹/۹ درصد تهیه شد و به وسیله سرنگ همیلتون با سه تکرار به دستگاه HPLC تزریق شدند و زمان بازیابی (۱۰ دقیقه) و سطح زیرمنحنی محلول‌های استاندارد مشخص شد (شکل۲). منحنی استاندارد متری بیوزین بر حسب غلظت در زیر منحنی با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم شد و بر اساس نتایج حاصل، معادله خط با یک هم بستگی برابر با ۰/۹۹ به دست آمد. مبنای تعیین غلظت نمونه‌های مجهول، معادله بدست آمده از منحنی‌های محلول‌های استاندارد بود که با بدست آوردن سطح زیر منحنی نمونه‌های مجهول ، غلظت آنها بدست آمد. آنالیز واریانس داده‌های حاصل از آزمایش پس از تبدیل آنها به درصد نسبت به شاهد با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد و مقایسه ی میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. برای ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۰۷ استفاده شد. تجزیه رگرسیون داده‌های آزمایش از برازش میانگین داده‌های آزمایش به معادله‌ی سینیتیکی درجه اول (معادله ۱) در نرم افزار SigmaplotVer.11 بدست آمد.

$$C_t=C_o\exp^{(-kt)} \quad (۱)$$

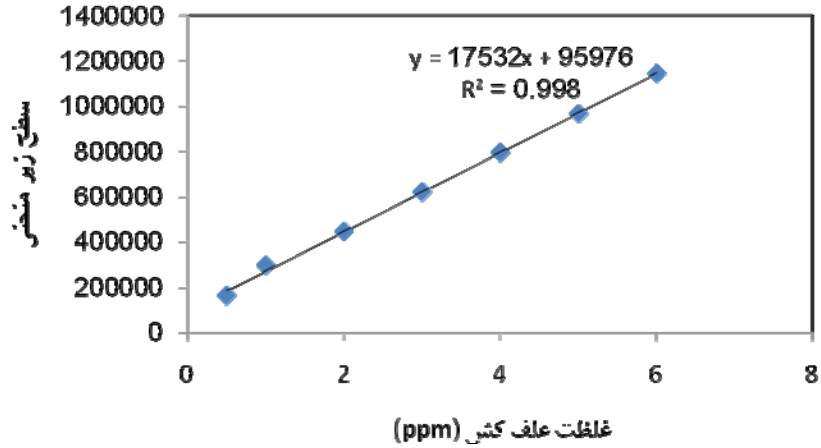
که در آن Ct غلظت متری بیوزین در زمان t، C_o غلظت اولیه متری بیوزین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) و k سرعت تجزیه (میلی گرم در کیلوگرم خاک در روز) هستند و بر اساس پارامترهای حاصل از معادله مذکور نیمه عمر(DT_{50}) و زمان لازم برای تجزیه ۹۰ درصد متری بیوزین(DT_{90}) نیز با توجه به سرعت تجزیه آن از معادله‌های ۲ و۳ محاسبه شدند (۲۵).

$$DT_{50}=\frac{ln2}{k} \quad (۲)$$

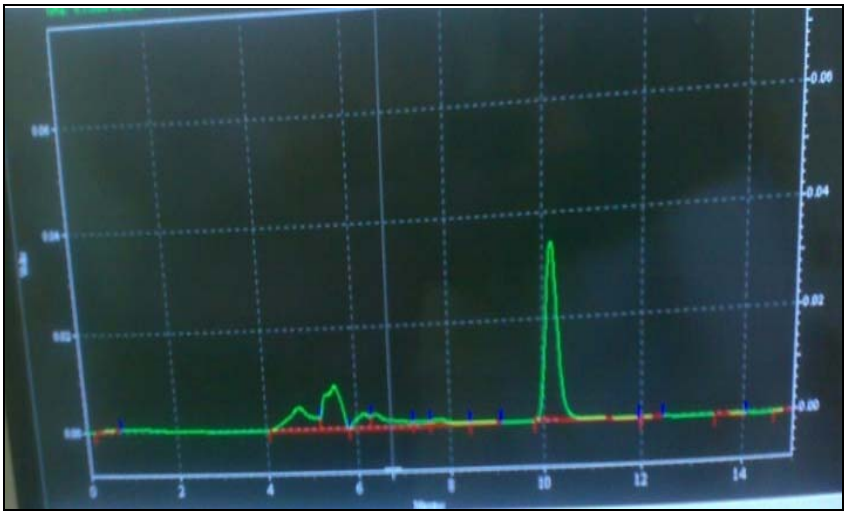
$$DT_{90}=\frac{ln10}{k} \quad (۳)$$

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، بازدهی استخراج متری بیوزین در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد به ترتیب ۹۲/۵۲۷، ۹۱/۷۶۳ و ۹۱/۵۱۸ درصد بود که در مقایسه با شاهد بدون کاربرد کود آلی (۹۵/۵۲۰)، اختلاف معنی داری وجود نداشت. به نظر می رسد بازدهی قابل قبول استخراج متری بیوزین در این آزمایش ممکن است به دلیل تکرار عملیات شیک، سانتریفیوژ و صاف کردن عصاره باشد. تکرار عملیات شیک و سانتریفیوژ برای افزایش بازدهی استخراج باقیمانده علف کش در مطالعات هنریکسون و همکاران (۱۵) خوری و همکاران (۱۹) نیز گزارش شده است.



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون استاندارد متری بیوزین



شکل ۲- کروماتوگرام و زمان باززایی متری بیوزین توسط دستگاه HPLC

جدول ۱-ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کودگاوی مورد مطالعه

ویژگی‌های خاک	خاک	کود گاوی
بافت خاک	لوم رسی	–
pHگل اشباع خاک	۷/۲	–
درصد کربن آلی	۰/۴۲۹	۱۰/۱۴
درصد نیتروژن	۰/۰۸۱۹	۱/۷۳
درصد رطوبت زراعی	۱۵/۴۲	–

بر اساس نتایج آزمایش، متوسط میزان تجزیه متری بیوزین در طی دوره خواباندن نمونه ها در انکوباتور، در خاک شاهد (خاک بدون کاربرد ماده آلی) ۶۹/۲۲ درصد بود و افزودن ۱، ۵ و۱۰ درصد کود دامی به خاک به ترتیب سبب افزایش متوسط میزان تجزیه و کاهش میزان باقیمانده متری بیوزین به ۶۴/۶۹، ۶۴/۴۲و۶۴/۹۱ درصد شدند.

در بسیاری از مطالعات نیز به نقش افزودنی‌های آلی در خاک به عنوان عاملی موثر در افزایش تجزیه آلاینده‌های محیطی از جمله علف کش ها اشاره شده است (۲۴ و ۲۶). براساس مطالعات مذکور از آنجایی که مواد آلی بستر مناسبی برای رشد و تغذیه ریز جانداران هستند (۷)، لذا کاربرد آنها با افزایش جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاک، زمینه لازم را برای افزایش تجزیه علف کش ها فراهم می کند. در بسیاری از مطالعات انجام شده در این ارتباط افزایش مقدار کود دامی منجر به افزایش معنی داری در درصد و سرعت تجزیه آفت کش ها شده است. خوری و همکاران (۲۰) در آزمایشی که به منظور بررسی نقش مواد آلی در تجزیه متری بیوزین در خاک انجام دادند، گزارش کردند که با افزایش کود دامی، نیمه عمر متری بیوزین در خاک به صورت نمایی کاهش یافت. بر اساس گزارش نامبردگان کاربرد کودآلی از صفر درصد به ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، بترتیب منجر به کاهش نیمه عمر متری بیوزین از ۱۵/۴ روز به ۱۲/۴، ۹/۶، ۷

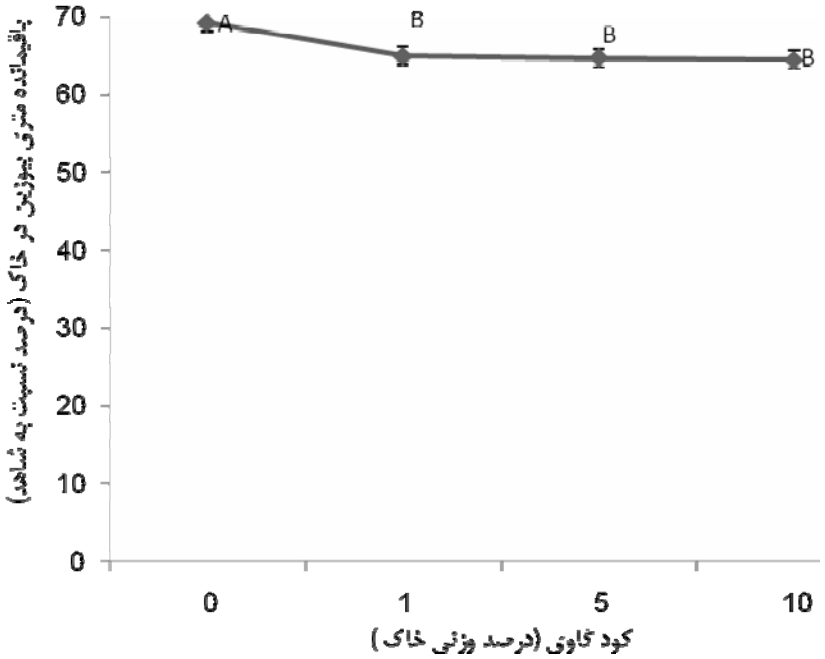
و ۳/۱ روز شد. حال اینکه بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، با وجود اینکه افزودن ماده آلی به خاک منجر به کاهش باقیمانده متری بیوزین شد، اما اختلاف معنی داری در باقیمانده متری بیوزین در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد مشاهده نشد (شکل ۳). این احتمال وجود دارد که ایجاد محدودیت‌های متابولیکی در سطوح کاربرد مواد آلی برای ریزجانداران خاک، احتمالا به علت ایجاد تغییراتی در محیط خاک مثلا تغییرات اسیدیته خاک، کاهش ریز موجودات تجزیه کننده متری بیوزین و یا عدم وجود شرایط لازم برای تنفس هوازی ریز جانداران خاک جهت افزایش فعالیت بیولوژیکی آنها و تجزیه متری بیوزین باشد (۵). پوتولری و همکاران (۲۷) در مطالعه تجزیه آلاکلر نشان دادند که افزایش مواد آلی به خاک زیر سطحی سبب افزایش تجزیه آلاکلر می شود. در بررسی مذکور ارتباطی بین سرعت تجزیه و جمعیت میکروبی خاک مشاهده نشد. نامبردگان این مساله را به رقابت بین سایر ریز جانداران خاک با ریز جانداران تجزیه کننده آلاکلر و نیز تاثیر منفی افزایش زیست توده و تولید متابولیت‌های مضر برای رشد باکتری‌های تجزیه کننده آلاکلر نسبت دادند. فروزان گهر (۵) نیز در آزمایشی که به منظور بررسی نقش مواد آلی در تجزیه آمیترول و آترازین در دو خاک با بافت‌های متفاوت انجام داد، گزارش کرد که با افزایش کود دامی به خاک از ۰/۵ به ۲ درصد وزنی، تغییری در شدت تجزیه علف کش‌های مذکور مشاهده نشد. نامبرده علت این موضوع را محدودیت‌های موجود در محیط خاک برای افزایش فعالیت و رشد میکروب‌های تجزیه کننده و هم چنین کمبود عناصر غذایی به جز کربن و نیتروژن دانست. دنیس و نیلور (۹) در آزمایشی تاثیر پالاینده‌های آلی از جمله گلوکز، کاه گندم و بقایای خشک یونجه را بر تجزیه متری بیوزین مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که در ابتدا سرعت تجزیه در تیمارهای حاوی گلوکز و کاه گندم با هم برابر بود، اما دو الی سه هفته بعد، سرعت تجزیه در تیمار حاوی گلوکز بیشتر شد، بطوریکه فقط ۱ و ۰/۱ درصد از میزان اولیه کاربرد متری بیوزین به ترتیب بعد از ۸ و۱۲ هفته خوابانیدن نمونه ها، باقی ماند. حال اینکه باقیمانده متری بیوزین در خاک بدون کاربرد کود دامی به ترتیب ۱۶ و ۶ درصد بود. بر اساس گزارش نامبردگان باقیمانده متری بیوزین هشت هفته پس از کاربرد کاه گندم ۸ درصد بود. اما کاربرد بقایای خشک یونجه منجر به کاهش معنی دار تجزیه متری بیوزین شد. بطوریکه نیمه عمر آن از ۴۲ روز در اثر کاربرد بقایای یونجه در مقایسه با شاهد (۱۲روز) ۳/۵ برابر شد. این محققان ضمن بیان این مهم اظهار داشتند که نوع و ماهیت پالاینده آلی نقش موثری در روند تجزیه متری بیوزین دارند.

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات (MS) حاصل از تجزیه واریانس باقیمانده متری بیوزین در خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS))
کود دامی	۳	۱۰۸/۵۰۳ *
زمان	۶	۷۷۰۴/۴۰۷**
کود دامی×زمان	۱۸	۳۱۳/۴۲۸**
خطا	۵۶	۳۰/۱۸۰
ضریب تغییرات (CV)	-	۸/۳۵

*و**: بترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱درصد

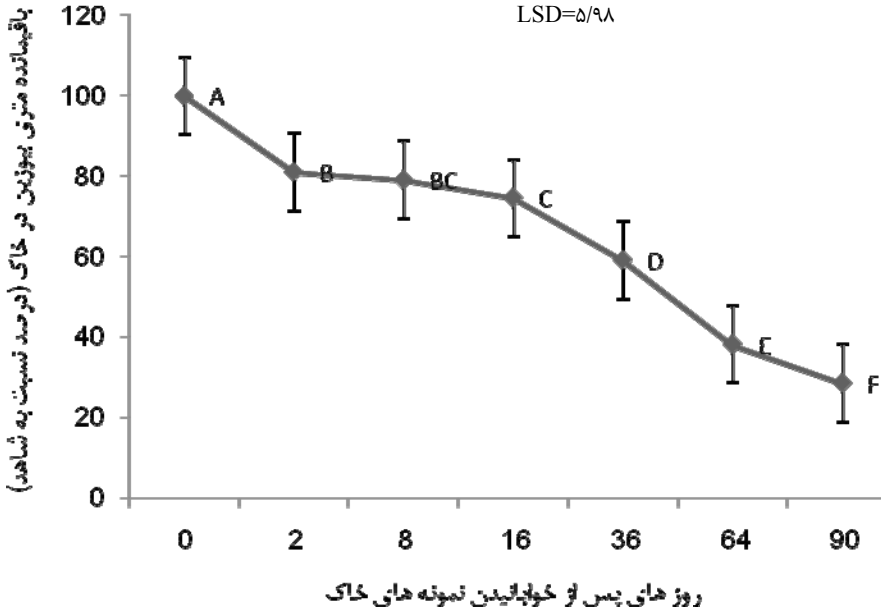
LSD=۳/۳۹۶



شکل ۳- اثرات ساده کاربرد سطوح مختلف کود دامی بر باقیمانده متری بیوزین در خاک

نتایج نشان داد که طول دوره خوابانیدن نمونه ها در انکوباتور تاثیر کاملا معنی داری ($P\leq0.01$) بر روند تجزیه علف کش متری بیوزین داشت (جدول۲) و با گذشت زمان باقیمانده متری بیوزین موجود در خاک کاهش یافت (شکل ۴). بر اساس نتایج آزمایش باقیمانده علف کش در روز دوم (۸۱/۰۴ درصد) اختلاف معنی داری با روز هشتم (۷۹/۱۲ درصد) نداشت. اما پس از ۱۶ روز، روند تجزیه سریعتر شد بطوریکه باقیمانده متری بیوزین در روزهای ۳۶، ۶۴ و۹۰ روز به طور معنی داری کاهش یافت و به ترتیب به ۵۹/۱۲، ۳۸/۱۸ و ۲۸/۵۵ درصد اولیه رسید (شکل ۴). هرچند در این آزمایش روند تجزیه علف کش از فاز تاخیری برخوردار نبود اما با توجه به اینکه خاک مورد استفاده در آزمایش قبلا سابقه کاربرد هیچ علف کشی را نداشت، به نظر می رسد سرعت کم تجزیه در روزهای اول به دلیل عدم سازگاری ابتدایی جمعیت میکروبی خاک به متری بیوزین باشد، ولی با برقراری این سازگاری ۱۶ روز بعد از خوابانیدن درصد تجزیه علف کش به طور قابل توجهی افزایش یافت. نصرتی و همکاران (۶) در آزمایشی که به منظور بررسی روند تجزیه علف کش‌های آترازین و 2,4-D در شرایط مزرعه انجام دادند، ضمن اشاره به وجود مرحله تاخیری در روند تجزیه دو علف کش مذکور در مزارع، این مهم را به علت عدم سازگاری اولیه ریزجانداران مزارع تحت تیمار به علف کش‌های فوق عنوان کردند. بر اساس پژوهش‌های انجام شده در مورد تجزیه زیستی علف کش‌های گروه تریازین ها، مشاهده شده است که هر سمی در خاک توسط گروه خاصی از ریزجانداران تجزیه می شود. لذا سمومی که برای اولین بار در یک خاک بکار می روند، در ابتدا به دلیل پایین بودن جمعیت ریزجانداران سازگار به تجزیه آن، با رکود تجزیه روبرو خواهند بود. رابرسون و الکساندر (۲۸) نیز در تحقیقات خود به اهمیت سابقه کاربرد آفت کش ها در سازگاری ریزجانداران خاک به آن ها اشاره کرده اند. تام و همکاران (۳۰) نیز در مطالعات خود مشاهده کردند که نیمه عمر قارچ کش دیفنوکونازول، در خاک دارای سابقه ی قبلی کاربرد (۱۵ روز) در مقایسه با خاک بدون سابقه قبلی کاربرد (۳۳ روز) بطور معنی داری کم تر بود.

بر اساس نتایج آزمایش، اثرات متقابل مواد آلی و زمان خوابانیدن نمونه های خاک در انکوباتور بر تجزیه متری بیوزین کاملا معنی دار ($p\leq0.01$) بود. باقیمانده متری بیوزین در خاک شاهد تا ۳۶ روز بعد از خوابانیدن تفاوت معنی داری را در سطوح مختلف کود دامی نشان نداد بطوریکه از ۷۸/۱۴، ۸۰/۶، ۶۷/۳۷ درصد بترتیب در ۲، ۸ و ۱۶روز بعد از خوابانیدن نمونه‌های خاک اختلاف معنی داری با هم نداشتند. اما پس از ۶۴ و۹۰ روز پس از خوابانیدن نمونه ها، باقیمانده متری بیوزین در خاک بدون کود آلی بترتیب بطور معنی داری بترتیب به ۵۵/۱۴ و ۳۹/۵۴ درصد کاهش یافت. در سطوح دارای ماده آلی نیز اختلافات در درصد تجزیه متری بیوزین در روزهای آخر معنی دار شد. بطوریکه در ۶۴ روز بعد از خوابانیدن نمونه ها، کمترین مقدار باقیمانده در سطح ۱۰ درصد (۲۲/۰۲ درصد) و بیشترین مقدار در سطح ۵ درصد (۵۵/۴۰) مشاهده شد. در ۹۰ روز بعد از خوابانیدن نمونه ها نیز میزان باقیمانده متری بیوزین در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد کود دامی بدون اختلاف معنی داری با یکدیگر به ترتیب ۲۳/۲۴، ۱۳/۲۱ و۲۲/۰۲ درصد بود (جدول ۳).



شکل ٤- تاثیر دوره‌های مختلف خوابانیدن نمونه های خاک در انکوباتور بر تجزیه متری بیوزین

جدول ۳-مقایسات میانگین مربوط به اثرات متقابل تاثیر کود گاوی و زمان خوابانیدن نمونه ها در خاک بر تجزیه متری بیوزین (درصد نسبت به شاهد)

دوره‌های خوابانیدن نمونه هاروز / کود آلی(درصد وزنی)	۰	۲	۸	۱۶	۳۶	٦٤	۹۰
۰	۱۰۰ ^{*a}	۷۸/۱۴ $^{b-d}$	۸۰/۶ $^{b-d}$	۶۷/۳۷ $^{d-g}$	۶۳/۶۰ $^{e-h}$	۵۵/۱۴ ^{gh}	۳۹/۵۴ ^{i}
۱	۱۰۰ ^{a}	۸۱/۵۳ $^{b-c}$	۷۸/۹۴ $^{b-d}$	۷۵/۴۷ $^{c-e}$	۵۷/۹۵ $^{f-h}$	۳۵/۷۳ ^{i}	۲۳/۲۴ ^{j}
۵	۱۰۰ ^{a}	۷۳/۹۴ $^{c-e}$	۷۵/۰۸ $^{c-e}$	۷۱/۰۱ $^{c-f}$	۶۲/۲۶ $^{e-h}$	۵۵/۴ ^{gh}	۱۳/۲۱ ^{j}
۱۰	۱۰۰ ^{a}	۹۰/۵۶ ^{ab}	۸۱/۸۳ ^{bc}	۸۴/۶۷ ^{bc}	۵۲/۶۵ ^{h}	۲۲/۰۲ ^{j}	۲۲/۰۲ ^{j}

*: در هر تیمار و ستون اعدادی که حداقل یک حرف مشترک دارند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری باهم ندارند.

در بسیاری از مطالعات مربوط به باقیمانده علف کش ها در خاک DT_{50} (زمانی که ۵۰ درصد علف کش در خاک تجزیه می شود) و DT_{90} (زمانی که ۹۰ درصد علف کش در خاک تجزیه می شود) از شاخص‌های مهم در ماندگاری آن ها و نیز تعیین فاصله زمانی لازم برای کشت گیاهان تناوبی که بعد از کاربرد علف کش در مزارع استفاده می شوند، محسوب می شوند (۱ و ۲۲). بر اساس نتایج آنالیز رگرسیون داده‌های حاصل از این آزمایش، تجزیه متری بیوزین در خاک از معادله سینیتیکی درجه اول پیروی می کرد (جدول ۴) که در تطابق با کار سایر دانشمندان بود (۱۶، ۱۷ و ۲۹). بر مبنای نتایج حاصل، نیمه عمر متری بیوزین در خاک شاهد ۸۵/۷۵ روز و در محدوده نیمه عمر گزارش شده برای متری بیوزین ۳۰ تا۱۲۰ روز بود (۱۰). در این آزمایش کاربرد ۱، ۵ و ۱۰درصد کود دامی به خاک منجر به کاهش نیمه عمر متری بیوزین از ۸۵/۵۷ روز به ترتیب به ۴۷/۸۰، ۵۷/۲۸، ۳۸/۰۸ روز شد و DT_{90} آن را نیز از ۲۸۴/۲۶ روز در خاک شاهد به ۱۵۸/۷۹، ۱۹۰/۲۹۶ و ۱۲۶/۵۱۵ روز کاهش داد (جدول ۴). نتایج مربوط به ضریب تجزیه متری بیوزین نیز تاییدی بر نتایج مذکور بود، بطوریکه، کاربرد ۱، ۵ و۱۰ درصد کود دامی منجر به افزایش ضریب تجزیه متری بیوزین از ۰/۰۰۸۱ به ۰/۰۱۴۵، ۰/۰۱۲۱و ۰/۰۱۸۲ میلی گرم متری بیوزین در کیلوگرم خاک در روز شد (جدول ۴). افزودن کود گاوی احتمالا باعث افزایش کربن موجود در خاک می گردد که به راحتی بوسیله ریز جانداران موجود در خاک مصرف می شود و افزایش جمعیت ریز جانداران خاک را در پی دارد. به نظر می رسد تفاوت در تاثیر گذاری پالاینده‌های آلی مختلف بر فعالیت ریز جانداران کل خاک احتمالا به پیچیدگی ساختار شیمیایی آنها و توانایی شان در تامین کربن و دیگر مواد غذایی مورد نیاز ریز جانداران خاک، مربوط می شود. پالاینده‌های آلی مختلف به یک مقدار و به طور مشابه جمعیت‌های باکتریایی و قارچی خاک را تحریک نمی کنند. برای مثال گلوکز و نشاسته به دلیل برخورداری از ساختار شیمیایی ساده تر براحتی توسط ریز جانداران خاک تجزیه شده و از اینرو توانایی زیادی در تامین کربن فراهم و مورد نیاز ریز جانداران دارند. لذا به مجرد آنکه وارد زیست بوم خاک شوند جمعیت و فعالیت ریز جانداران خاک را سریعتر افزایش می دهند. هرچند امکانی برای این دسته از مواد آلی برای تامین مواد غذایی در دوره‌های زمانی طولانی مدت نیست، اما در مقابل کود گاوی و ورمی کمپوست دارای ساختار شیمیایی پیچیده تری هستند و برای تجزیه آن ها به فرایندهای شیمیایی و بیولوژیکی پیچیده تری نیاز است و تاثیر خود را بر ریز جانداران نه به طور ناگهانی بلکه به مرور زمان و در دوره‌های زمانی طولانی مدت می گذارند (۶، فن، ۱۰). در آزمایش ایزدی (۱) مشاهده شد که کود گاوی، معدنی شدن آترازین را در شرایط آزمایشگاهی شدت بخشید و باعث افزایش روند رشد و فعالیت ریز جانداران شرکت کننده در تجزیه ی آن شد. از آنجا که متری بیوزین از گروه علف کش‌های بازی ضعیف به شمار می رود حضور اتم‌های نیتروژن سرشار از الکترون در این علف کش به آن قدرت الکترون دهی بخشیده و می تواند به عنوان منبع نیتروژن برای ریزجانداران خاک باشند. از اینرو افزایش کود دامی با نسبت زیاد، سبب کمبود نیتروژن برای ریز جانداران خاک می شود و استفاده از منابع غیر متداول نیتروژن موجود در ساختمان آلاینده‌های آلی، ضرورت پیدا خواهد کرد (۲۳) لذا این فرایند منجر به تجزیه زیستی ماده شیمیایی می شود و این نتیجه ای بود که در سطوح مختلف ماده آلی به وضوح دیده شد. بطوریکه مواد آلی با افزایش میزان کربن سبب افزایش نسبت کربن به نیتروژن و در نتیجه کاهش مقدار نیتروژن برای ریزجانداران خاک و استفاده از نیتروژن موجود در ساختار متری بیوزین توسط آن ها برای جبران این کم بود، شدند (شکل ۳). در توجیه افزایش نیمه عمر در سطح ۵ درصد در مقایسه با سطوح ۱ و ۱۰ درصد، این احتمال وجود دارد که با کاربرد این سطح از کود آلی تغییراتی در محیط خاک صورت گرفته که مطلوب ریز جانداران تجزیه کننده متری بیوزین نبوده است (شکل ۳و جدول ۵) مثلا ممکن است این سطح به طور ناشناخته ای باعث کاهش اسیدیته و یا افزایش جذب در طی زمان شده باشد و هرچند این احتمال برای سطح ۱۰ درصد نیز ممکن است، اما به نظر می رسد مواد آلی در این سطح در محدوده ای بوده که بتواند علی رغم جذب علف کش مقدار تجزیه را نیز افزایش دهد. به اعتقاد وبر و همکاران (۳۳) پس از افزودن مواد آلی به خاک و افزایش

زیست توده، دیواره سلولی ریز جانداران خاک سطوح مناسبی برای جذب علف کش فراهم می آورد. لادلی (۲۱) بیان کرد که با کاهش pH ممکن است تجزیه متری بیوزین به علت جذب متری بیوزین به ذرات خاک و یا تغییر جمعیت ریزجانداران تجزیه کننده متری بیوزین و یا از طریق اثر PH بر متابولیسم ریزجانداران کاهش یابد. البته لازم به ذکر است که با توجه به نوع علف کش و نوع پالاینده این تاثیر متفاوت است. رنجبر و همکاران (۳) در مطالعه تجزیه زیستی آترازین متوجه شدند که ۵ درصد وزنی از کاربرد کود گاوی منجر به افزایش درصد تجزیه آترازین در مقایسه با سایر پالاینده ها (ورمی کمپوست، کودگاوی، گلوکز، نشاسته و خاک اره) شد.

در این ارتباط، تحقیقات مختلف، نتایج متفاوتی را در زمینه ی کاربرد مواد آلی در روند تجزیه علف کش ها نشان داده اند. ایزدی (۱) در بررسی تجزیه آترازین در شرایط مزرعه، پایداری بیشتر آترازین را با افزایش کاربرد آن و کود آلی گزارش کرد. بطوریکه در آزمایش نامبرده بیشترین نیمه عمر آترازین (۱۲/۹۲روز) در تیمار مربوط به ۵۰ تن کود آلی و ۴ کیلوگرم آترازین در هکتار و کمترین نیمه عمر آن (۳/۶۴روز) در کاربرد ۲ کیلوگرم آترازین و بدون کاربرد کود آلی مشاهده شد. در مطالعه ای مشابه که توسط نامبرده در شرایط آزمایشگاهی انجام شده بود افزودن ماده آلی منجر به افزایش سرعت تجزیه آترازین شد، نامبرده علت افزایش ماندگاری متری بیوزین را در شرایط مزرعه ای به افزایش جذب متری بیوزین در لایه سطحی خاک و کاهش آبشویی آن نسبت داد. تورستنسن و لود (۳۱) با مطالعه تجزیه چهار آفت کش بنتازون، دی کلرپروپ، MCPA و پروپیکونازول در ۴ خاک حاوی مقادیر متفاوت کود دامی محلی مشاهده کردند که خاک سرشار از کود دامی (۳۷ درصد) بیشترین ظرفیت را برای تجزیه آفت کش ها دارا بوده است. این در حالی بود که در سایر خاک ها با افزایش کود دامی تجزیه کاهش یافت. نامبردگان در توجیه این نتایج بیان کردند که افزایش کود دامی در خاک موجب افزایش جذب آفت کش ها می شود و جذب بیشتر سبب کاهش غلظت مولکول ها در محلول خاک و کاهش زیست فراهمی آنها برای ریز جانداران می شود. در مقابل هنگامی که کود دامی خاک به ۳۷ درصد رسید هم جذب و هم تجزیه افزایش یافت، محققان علت این امر را تشدید فعالیت زیستی، بویژه قارچهای خاک دانستند. در آزمایشی که به منظور بررسی اثر کمپوست، ساقه‌های خشک ذرت، فراورده‌های جانبی تخمیری ذرت، کود گیاهی (زغال سنگ نارس)، کود حیوانی و خاک اره در نسبت‌های ۰/۵و ۵ درصد به منظور بررسی تجزیه زیستی آترازین، متولاکلر، و تریفلورالین انجام شد، بعد از تمام شدن دوره خوابانیدن نمونه ها (۲۴۳ روز) ۳۰ درصد آترازین، ۳۳ درصد متولاکلر و ۴۴ درصد تریفلورالین در خاک شاهد تجزیه شد و تجزیه آترازین در اثر افزایش کود دامی و بقایای گیاهی در مقایسه با شاهد اختلاف معنی داری داشت. در آزمایش مذکور کمپوست در هیچ یک از سطوح موجب افزایش تجزیه نشد. این پژوهشگران در توجیه نتایج بدست آمده بیان کردند که با وجود افزایش کلی جمعیت میکروبی در تیمارهای کمپوست احتمالا این ماده نتوانسته است جمعیت گونه‌های میکروبی مسئول تجزیه آترازین را زیاد کند. تجزیه متولاکلر برای تمام اصلاح کننده ها درسطح ۵ درصد به جز کود گیاهی و کمپوست افزایش معنی داری در مقایسه با شاهد از خود نشان داد. اما هیچ کدام از سطوح اصلاح کننده نقشی در تجزیه تریفلورالین نداشتند. محققان علت این امر را امکان جذب این علف کش به ذرات خاک و یا حلالیت کم تر این علف کش ذکر کردند (۲۶).

بر مبنای نتایج حاصل از این آزمایش، کاربرد کود گاوی در سطوح ۱، ۵ و ۱۰درصد توانست نیمه عمر متری بیوزین را به طور معنی داری کاهش دهد و کاربرد کود گاوی سطح ۱۰ درصد، بیشترین تاثیر را در کاهش نیمه عمر متری بیوزین داشت. به نظر می رسد این مساله برای خاک‌های کشورمان که مواد آلی کمی دارند اهمیت زیادی دارد با این حال مطالعات تکمیلی و مزرعه ای جهت تحقیقات آتی پیشنهاد می شود.

جدول٤- پارامترهای برآورده شده توسط معادله سینیتیکی درجه اول و طول عمر متری بیوزین در تیمارهای مختلف آزمایش

کودآلی (درصد وزنی خاک))	K (میلی گرم در کیلوگرم در روز)	C_0	DT_{50}(روز)	DT_{90}(روز)	سطح احتمال	R^2
۰	۰/۰۰۸۱(۰/۰۰۲۵)*	۸۵/۸۴(۶/۳۷)	۸۵/۵۷	۲۸۴/۲۶	۰/۰۲۲	۰/۷۲
۱	۰/۰۱۴۵(۰/۰۰۱۷)	۹۲/۲۷ (۳/۳۵)	۴۷/۸۰	۱۵۸/۷	۰/۰۰۰۳	۰/۹۶
۵	۰/۰۱۲۱(۰/۰۰۳۵)	۸۷/۹۲(۷/۶۰)	۵۷/۲۸	۱۹۰/۲۹	۰/۰۱۸۱	۰/۸۹
۱۰	۰/۰۱۸(۰/۰۰۰۸)	۹۸/۸۵ (۴/۳۴)	۳۸/۰۸	۱۲۶/۵۱	۰/۰۰۰۶	۰/۹۶

*- استاندارد

DT_{50} وDT_{90} به ترتیب نمایانگر مدت زمانی است که ۵۰ درصد و ۹۰درصد علف کش تجزیه شود

K ضریب تجزیه متری بیوزین (میلی گرم در کیلوگرم در روز) و$C0$ غلظت اولیه متری بیوزین (درصد)

منابع

۱- ایزدی ا.، راشد محصل م.ح.، زند ا.، نصیری محلاتی م. و لکزیان ا. ۱۳۸۸. ارزیابی تاثیر بافت و مواد آلی خاک بر تجزیه علف کش آترازین. مجله علوم محیطی ، جلد۴،. صفحات۵۳ تا ۶۴ .

۲- ایزدی ا. ۱۳۸۷. ارزیابی ماندگاری آترازین در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه ای ، تاثیر آن بر فعالیت میکروبی خاک و زیست بوم‌های زراعی. پایان نامه دکتری گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- رنجبر ا. ۱۳۸۴. بررسی پالاینده‌های آلی و نیتروژن معدنی بر تجزیه شیمیایی و زیستی علف کش آترازین، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاک شناسی دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- زند ا.، موسوی ک. و حیدری ا. ۱۳۸۷. علف کش ها و روش‌های کاربرد آن ها با رویکرد بهینه سازی و کاهش کاربرد.انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵- فروزان گهر م.، حق نیا غ.، کوچکی ع. و طباطبایی ف. ۱۳۸۴. تاثیر ماده آلی و بافت خاک بر تجزیه علف کش‌های آترازین و متامیترون مجله علوم و فنون کشاورزی، جلد ۹،. صفحات ۱۳۱تا۱۴۱.

۶- نصرتی ا.، ایرانبخش ع. و صبوری م.ص. ۱۳۸۶. بررسی روند تجزیه و ماندگاری درعلف کش آترازین و2,4-5 در شرایط مزرعه. مجله پژوهش و سازندگی درزراعت و باغبانی، شماره ۷۵،. صفحات۸۶-۹۶.

7- Briceno G., and Palma C. 2007. Influence of Organic Amendment on the Biodegradation and Movement of Pesticides.Environmental Science and Technology, 37: 233–271.

8- Cabrera D., Lopez-Pineiro A., Albarran A., and Pena D. 2010. Direct and residual effects on diuronbehaviour and persistence following two-phase olive mill waste addition to soil: Field and laboratory experiments. Journal of Geoderma, 157: 133-141.

9- Dennis R.P., and Naylor D. 1985. Metribuzin degradation kinetics in organically amended soil. Journal of Weed science,3: 267-270.

10- Fan M. 2009. Fate and transport of herbicides in a sandy soil in the presence of antibiotics in poultry manures. M. S. Thesis, McGill University, Montreal, Quebec.

11- Gaultier J., Farenhorst A., Cathcart J., and Goddard T. 2008. Degradation of [carboxyl-14C] 2,4-D and [ring-U-14C] 2,4-D in 114 agricultural soils as affected by soil organic carbon content .Soil Biology and Biochemistry, 40: 217-227.

12- Getenga Z. 2003. Enhanceed mineralisation of atrazin in compost amended soil in laboratory studies. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 71: 933-941.

13- Getenga Z.M., Madadi V., and Wandiga S.O. 2004. Studies on biodegradation of 2,4D and metribuzin in soil under controlled conditions. Bulletin of Environmental Contamination and toxicology, 72: 504-513.

14- Hance R.J. 1987. Herbicide behaviour in the soil, with particular refrences to the potential for ground water contamination , in D. H. Huston, and T.R. Roberts., eds., Wiley, Chichester, England, pp.223-247.

15- Henriksen T., Svensmark B., Juhler R.K. 2002. Analysis of Metribuzin and transformation products in soil by pressurized liquid extraction and liquid chromatographic-tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography, 957: 79-87.

16- Henriksen T., Svensmark B., and Juhler R.K. 2004. Degradation and Sorption of Metribuzin and Primary Metabolites in a Sandy Soil. Journal of Environmental Quality, 33:619-627.

17- Huertas-P J.F., Iruela M.O., Campana A.M., Gonzalez-Casado A., and Sanchez-Navarro A. 2006. Metribuzin and its major conversion products in soil by micellarelectrokinetic chromatography. Journal of Chromatography *A*, 1102: 280–286.

18- Kadian N., Gupta A., Satya S., Kumari Mehta R., and Malik A. 2007. Biodegradation of herbicides (atrazine) in contaminated soil using various bioprocessed materials. Journal of Bioresour Technology. 99: 4642-4647.

19- khoury R., Geahchan A., Coste C.M., and Antoun M.A. 2001. The behavior of pesticide in soils: The influence of various environmental factors on the degradation of metribuzin. Environment and Solar, Mediterranean Conference. PP: 34 - 39 .

20- khoury R., Geahchan A., Coste C.M., Cooper J.F., and Bobe A. 2003. Retention and degredation of metribuzin in sandy loam and clay soils of Lebanon . Journal of Weed Research, 43: 252-259.

21- Ladlie J., Meggitt W., and Penner D. 1976, Effect of soil PH on degradation, Adsorption, and mobility of metribuzin. Journal of Weed Science, 24(5):477-481.

22- Larson S.J., Capel P.D., and Magewski M.S. 1997. Pesticides in surface water distribution, trend, and governing factors. In:Gilliom, R. J. (Ed.), Series of Pesticides in hydrologic System, vol. 3. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.

23- Mandelbaum R.T., Wackett L.P., and Allan D.L. 1993. Mineralisation of the s-triazine ring of atrazine by

stablebacterial mixed cultures. Applied and Environmenal. Microbiology, 59: 1695-1701.
24- Manuel A.E., Eugenio L P., Mejuto J.C., and Garcia-Rio L. 2007. The mobility and degration of pesticides in soils and the pollution of ground water resourcers, Agriculture. Journal of Ecosystems and Environment , 123: 247-260.
25- Maqueda C., VillaverdeI J., Sopen F.T., and Undabeytia Morillo E. 2009. Effects of Soil Characteristics on Metribuzin Dissipation Using Clay-Gel-Based Formulations. Journal of Agriculture and . Food Chemistry, 57: 3273–3278 .
26- Moorman T.B., Cowan J.K., and Coast E.L I. 2001. Organic amendments to enhance herbicide biodegradationin contaminated soils. Biology and Fertility of Soils ,33:541–545.
27- Pothuluri J.V., Moorman T.B., Obenhuber D.C., and Wauchope R.D. 1990. Aerobic and anaerobic degradationof alachlor in samples from surface to ground water profile, Journal of Environmental Quality, 19: 525-530.
28- Robertson B.K., and Alexander M. 1994 Growth-linked and cometabolic biodegradation: possible reason for occurrence or absence of accelerated pesticide biodegradation.Journal of Pesticide Science ,41: 311-318.
29- Singh N. 2008. Biocompost from sugar distillery effluent: effect on metribuzin degradation , sorption and mobility. Journal of pest management science, 64:1057-1062
30- Thom E., Ottow J., and Benckiser G. 1997. Degradation of the fungicide Difenoconazole in a silt loam soil as affected by pretreatment and organic amendment. Journal of Environmental Pollution, 96(3): 409-414.
31- Thorstensen C.W., and Lode O. 2000. Laboratory degradation studies of bentazone, dichlorprop, MCPA and propiconazole in Norwegian soils. J.ournal of Environmental. Quality. 30: 947-953.
32- Wang C.Y. 2002. Effect of glyphosate on tuber sprouting and growth of purple nutsedge (*Cyprus rotundus* L.). J. ournal of Weed Technology. 16: 477–481.
33- Weber J.B.,. Wilkerson G., and Linker H.M. 2000. A proposal tostandardize soil/solution herbicide distribution coefficients. Weed Science. 48: 75–88