نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۶ ، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص ۱۰۰۱-۹۹۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 6, Jan. – Feb. 2011, p. 995-1001

# ارزیابی حساسیت گیاهان زراعی مختلف به بقایای آترازین در خاک

ابراهیم ایزدی[1*]- محمد حسن راشد محصل[2] - اسکندر زند[3]

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱
تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۵

## چکیده

به منظور ارزیابی حساسیت ۹ گیاه زراعی به بقایای آترازین در خاک دو آزمایش زیست سنجی در خاک‌های تیمار شده با آترازین در مزرعه و شرایط گلخانه ای انجام شد. در آزمایش اول حساسیت گیاهان زراعی به بقایای احتمالی آترازین در مزرعه، در شرایط گلخانه ای بررسی شد که تیمارهای مورد نظر در این آزمایش عبارت بودند از مقادیر کود آلی در دو سطح (۰ و ۵۰ تن در هکتار) به عنوان عوامل اصلی و مقادیر آترازین در دو سطح ۲ و ۴ کیلوگرم ماده موثره در هکتار به عنوان عوامل فرعی بودند. پس از برداشت ذرت نمونه خاکی از هر کرت از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی متری از ۱۵ نقطه از هر کرت و پس از اختلاط آنها در گلخانه حساسیت گیاهان زراعی گندم، جو، چغندرقند، نخود، عدس، کلزا، به بقایای آترازین ارزیابی شد. آزمایش دوم به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و به منظور ارزیابی حساسیت گیاهان زراعی گندم، جو، چغندرقند، پیاز، نخود، عدس، کلزا، لوبیا وگوجه فرنگی به بقایای شبیه سازی شده آترازین در خاک انجام شد. که تیمارهای این آزمایش غلظت‌های مختلف آترازین در خاک (۰، ۰/۲، ۰/۵، ۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) بودند. نتایج آزمایش زیست سنجی اول تأثیر معنی داری بر گیاهان زراعی مورد آزمایش نداشت. با توجه به اینکه در شرایط مزرعه فرآیندهای تعیین کننده سرنوشت علف‌کش ها بیش از شرایط کنترل شده هستند به نظر می رسد، این مسأله یا اینکه بدلیل کم بودن غلظت آترازین در کمتر از حد آستانه خسارت به گیاهان مورد نظر بوده و یا اینکه غلظت آترازین در طی مراحل آماده سازی خاک به سطح پایین تری از آستانه خسارت رسیده است. در آزمایش دوم پاسخ های متفاوتی به غلظت‌های شبیه سازی شده آترازین از گیاهان زراعی مورد آزمایش مشاهده شد؛ به طوری‌که بر اساس رون تغییرات زیست توده گیاهان مورد مطالعه در پاسخ به غلظت‌های مختلف آترازین در خاک، حساسترین و مقاومترین گیاهان به بقایای آترازین بترتیب پیاز و نخود بودند و ترتیب حساسیت گیاهان مورد مطالعه بر اساس شاخص ED50 حاصل از معادله ۴ پارامتری سیگموییدی بصورت نخود‹ لوبیا ‹عدس ‹چغندر قند ‹ گوجه فرنگی ‹جو‹ گندم ‹کلزا ‹ پیاز بودند.

**واژه های کلیدی:** آترازین، نخود، لوبیا، عدس، چغندر قند، گوجه فرنگی، جو، گندم، کلزا، پیاز

## مقدمه

در سراسر دنیا، کاربرد علف‌کش ها به عنوان مهمترین روش در مبارزه با علف های هرز محسوب می شود (۱۷)؛ اگر چه هدف اصلی کاربرد این مواد شیمیایی کارایی علف‌کشی آنها است، اما تأثیر بقایای آنها در محیط اثرات زیانبار زیست محیطی و زراعی را نیز به دنبال خواهد داشت (۱۱). از این رو اعتقاد بر این است که علف‌کشی ایده آل است که نه تنها کارایی خوبی در کنترل علفهای هرز داشته باشد، بلکه دارای کمترین اثرات منفی را بر گیاهان زراعی و اکوسیستم نیز داشته باشد (۴). در این ارتباط خسارت بقایای علف‌کش در خاک به گیاهان زراعی کشت شده در تناوب از مهمترین مشکلات زراعی است (۱۷). فریز و های (۵) معتقدند که اعمال فاصله کاشت می تواند به عنوان یک نسخه مدیریتی مفیدی در کاهش اثرات مذکور باشد. با این وجود در برخی موارد با وجود اعمال فاصله کشت، خسارت به محصولات زراعی غیر قابل اجتناب است. لذا به نظر می رسد برای موفقیت در این رهیافت، به اطلاعاتی راجع به تحمل و حساسیت گیاهان زراعی به بقایای پیش بینی شده علف‌کش در خاک لازم است. با توجه به اینکه ماندگاری علف‌کش ها متأثر از عوامل مختلف خاکی و شرایط مختلف اقلیمی است (۱۶)، چنین اطلاعاتی در اغلب کشورها موجود است و در ایران مطالعات اندکی در این ارتباط انجام شده است. در بین علف‌کش های مورد استفاده در کشور آترازین مهمترین و پرکاربردترین علف‌کش خانواده ترایازین های متقارن است

۱ و ۲ – به ترتیب استادیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول Email: Eizadi2000@yahoo.com )
۳- دانشیار موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

که با وجود قدمت زیاد، به خاطر ویژگی هایی از جمله طیف وسیع علف‌کش و دوره کنترل زیاد هنوز هم در بسیاری از نقاط دنیا (۱۲) و ایران (۱) به عنوان یک علف‌کش انتخابی پیش‌کاشت، پیش رویشی و یا بلافاصله پس از رویش برای کنترل علف‌های‌هرز ذرت، نیشکر و زمینهای غیر زراعی، بکار می‌رود (۱۸). منابع مختلف، آترازین را یک علف‌کش نسبتاً پایدار در خاک گزارش کرده‌اند، که بسته به شرایط حاکم نیمه عمری بین ۶ روز (۹) تا بیش از یک سال دارد (۱۲و۱۷). به نظر می‌رسد پایداری نسبتاً بالای این علف‌کش در خاک ضمن اینکه احتمال آلودگی منابع آب زیرزمینی و رواناب ها را افزایش می‌دهد (۹)، محدودیت تناوب زراعی در محصولات زراعی حساس به این علف‌کش را نیز زیاد می کند. (۱۷). از آنجایی که در علف‌کشهای خاک مصرفی مثل آترازین، خاک مخزن اصلی ذخیره و نگهداری آنها است صدمه به محصولات موجود در تناوب و محدودیت آن از مهمترین پیامدهای ماندگاری علف‌کش‌ها در خاک به شمار می رود (۱۹). در این ارتباط مطالعات انجام شده نشان می دهند که حساسیت گیاهان زراعی موجود در تناوب به عوامل مختلفی از قبیل نوع و غلظت باقیمانده علف‌کش، نوع گیاه زراعی و شرایط اقلیمی و خاکی بکار رفته (۱۷) و نیز نوع محصول بستگی دارد (۹). هالاوی و همکاران (۱۰) در مقایسه دو گیاه نخود و عدس برای تعیین بقایای احتمالی کلروسولفوران، مت سولفوران متیل و ترایاسولفوران در خاک دریافتند که عدس به بقایای علف‌کش های مذکور حساستر بود و نسبت به نخود گیاه مناسب تری برای تعیین آلودگی علف‌کش های فوق است. در کانادا مشاهده شده است هفت سال پس از کاربرد کلروسولفوران به مقدار ۴۰ گرم در هکتار، کاشت عدس با مشکل مواجه شد. حال اینکه در نخود، ۱۲ ماه پس از کاربرد کلروسولفورون در خاک های قلیایی استرالیا به طور موفقیت آمیزی کاشته شد. در مطالعه ای دیگر که به منظور بررسی پاسخ ۲۲ گیاه زراعی و علف‌هرز به بقایای شبیه سازی شده آترازین انجام شد، مشاهده شد که علف قناری، جو، چاودار، شبدر، آفتاب گردان و گندم بترتیب حساسترین گیاهان بودند (۷). نامبردگان ضمن اشاره به اینکه حساسیت علف قناری نسبت به سورگوم ۵۰ برابر بود گزارش کردند که بقایای آترازین در علف های هرز حساسی مثل علف قناری در کنترل موثر آنها نقش مهمی دارد. ضمن اینکه تناوب محصولات حساسی مانند جو و گندم را نیز با مشکل مواجه خواهد کرد.

با توجه به اینکه ذرت به عنوان یکی از محصولات عمده زراعی در کشور جایگاه ویژه ای را چه به لحاظ سطح زیر کشت و چه به لحاظ اهمیت آن در صنایع مختلف دارد، بررسی و تعیین گیاهان زراعی مقاوم به بقایای احتمالی آترازین که از علف‌کش های پر کاربرد در مزارع ذرت به شمار می رود ضروری است. این بررسی به منظور تعیین ضریب حساسیت گیاهان زراعی موجود در تناوب با ذرت به بقایای احتمالی آترازین در خاک انجام شد.

## مواد و روش ها

این بررسی طی دو آزمایش جداگانه به منظور بررسی حساسیت گیاهان زراعی موجود در تناوب با ذرت به بقایای احتمالی آترازین در خاک انجام شد. آزمایش اول در مزرعه با هدف بررسی روند تجزیه آترازین به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی بود که عوامل مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از مقادیر کود آلی در دو سطح (۰ و ۵۰ تن در هکتار) به عنوان عوامل اصلی و مقادیر آترازین در دو سطح ۲ و ۴ کیلوگرم ماده موثره در هکتار به عنوان عوامل فرعی بودند. پس از برداشت ذرت، در ۱۵ نقطه نمونه خاکی از هر کرت از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی متری تهیه و پس از اختلاط آنها در گلخانه گیاهان زراعی گندم، جو، چغندرقند، نخود، عدس، کلزا در این خاک ها کشت شده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد رشد داده شدند، ۳۰ روز پس از سبز شدن حساسیت آنها به بقایای آترازین با استفاده از معیار وزن خشک تولیدی ارزیابی شد. آزمایش دوم صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در گلخانه و با استفاده از روش زیست‌سنجی انجام شد. که عوامل مورد بررسی در این آزمایش غلظت‌های مختلف آترازین در خاک (۰، ۰/۲، ۰/۵، ۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و نه گیاه زراعی گندم، جو، چغندرقند، پیاز، نخود، عدس، کلزا، لوبیا وگوجه فرنگی بودند. برای این منظور پس از تهیه خاکی به نسبت ۱: ۱:۱ شن، خاک و خاک برگ، محلول مادر ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام آترازین از حل کردن آن در متانول تجاری تهیه و بقیه غلظت‌ها از رقیق کردن محلول مادر تهیه شدند. سپس با استفاده از پیپت سرنگی مقدار محاسبه شده برداشته و بر روی سطح خاک گلدان‌ها ریخته شد و پس از تبخیر کامل متانول آترازین باقیمانده به طور کامل با لایه فوقانی (۱۰ سانتی‌متری) خاک گلدان مخلوط و بذور گیاهان زراعی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد گلخانه در عمق مناسب کشت شدند. در طی آزمایش گلدان‌ها به طور یکنواخت درحدی آبیاری می‌شدند که فاضلاب خروجی نداشته باشند و رطوبت آنها در حد ظرفیت زراعی حفظ شود. ۳ روز پس از سبز شدن گیاهان، به ۵ بوته در هر گلدان تنک شدند و پس از ۳۰ روز گیاهان مورد نظر از قاعده برداشت و وزن خشک آنها با ترازوی یک هزارم توزین شد. آنالیز داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار R و از برازش ماده خشک هر یک از گیاهان به معادله لگاریتمی سیگموئیدی ۴ پارامتری (**معادله ۱**) استفاده شد (۱۳).

(معادله ۱)

$$f(x,(b,c,d,e)) = c + \frac{d-c}{1+\exp\{b(\log(x)-\log(e))\}}$$

که در آن b، شیب منحنی c، حد پایین منحنی (پاسخ وقتی که میزان علف‌کش حداکثر است)، e، غلظتی از علف‌کش که سبب ۵۰ درصد کاهش در مقدار پاسخ می شود، d، حد با لایی منحنی (پاسخ وقتی

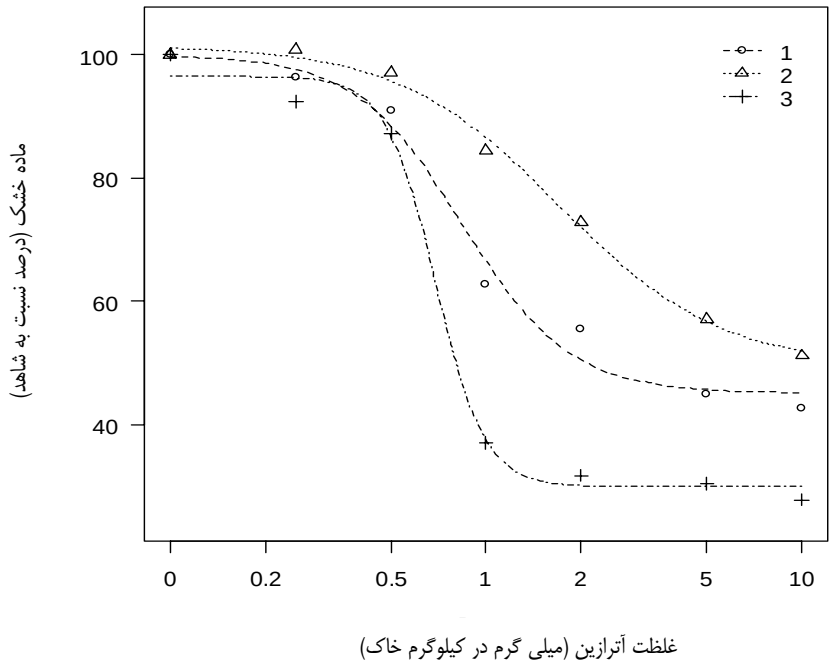
که میزان علف‌کش صفر است) هستند.

با استفاده از بستهٔ نرم‌افزاری مذکور، ED50، ED90 و ED10 آترازین در هر گیاه زراعی محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش بکار گرفته شدند.

## نتایج و بحث

نتایج آزمایش زیست سنجی مربوط به آخرین نمونه برداری خاک مزرعه نشان داد که در بین گیاهان زراعی مورد مطالعه در این آزمایش بقایای آترازین اثر معنی داری بر رشد آنها نداشت (داده ها نشان داده نشده اند). به نظر می رسد آستانه خسارت آترازین در گیاهان زراعی مورد مطالعه بیشتر از آترازین باقیمانده در خاک بوده است و یا اینکه در طی مراحل آماده سازی خاک‌ها در گلخانه و مراحل آزمایش غلظت آن به کمتر از حد آستانه خسارت رسیده است. با توجه به اینکه در طی مراحل آماده سازی خاک‌ها در گلخانه بدلیل دمای بالا شرایط بهینه، برای تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی ایجاد می‌شود، این نتیجه دور از انتظار نیست (۲ و۳). از اینرو به منظور بررسی دقیقتر و تعمیم نتایج آزمایش در سایر گیاهان زراعی به بقایای شبیه سازی شده آترازین، آزمایشی در شرایط گلخانه ای و در غلظت‌های مختلف انجام شد. بر اساس نتایج حاصل بقایای آترازین جوانه زنی هیچ یک از گیاهان زراعی مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار نداد و علائم خسارت پس از سبز شدن و استقرار مشاهده شدند. با توجه به نتایج آزمایش پاسخ همه گیاهان مورد مطالعه از رابطه لجستیک تبعیت می کرد، که در تطابق با سایر مطالعات انجام شده در این ارتباط است (۶، ۷، ۱۳ و ۲۰). در بین حبوبات عدس حساسترین گیاه زراعی بود (شکل ۱)، به طوری‌که بر اساس پارامترهای برآورد شده توسط مدل ۴ پارامتره لجستیک بیشترین شیب تغییرات در ماده خشک آن ناشی از افزایش غلظت آترازین در عدس مشاهده شد (b=۵/۵۷) و کمترین درصد تجمع ماده خشک را در بالاترین غلظت آترازین به خود اختصاص داد (۲۹/۸۷ درصد).

در آزمایش های زیست سنجی بقایای علف‌کش ها در خاک از پارامترهای ED10 ، ED90 و بویژه ED50 برای تعیین ضریب حساسیت گیاهان به علف‌کش ها، استفاده می شود. بر اساس نتایج آزمایش پارامتر مذکور در عدس کمترین مقدار بود (جدول ۱). همانطور که مشاهده می شود بر اساس مقدار پارامتر ED10 و نیز داده های مربوط به تلفات ماده خشک عدس (شکل ۱) آستانه خسارت آترازین در عدس کمتر از نخود و لوبیا بود.




**شکل ۱- پاسخ ماده خشک لوبیا (۱)، نخود (۲) و عدس (۳) در غلظت های مختلف آترازین در خاک**

در منابع مختلف بین حساسیت گیاه و نوع علف‌کش رابطه مستقیم وجود دارد (۱۷، ۱۹) و مطالعات انجام شده، حبوبات و بخصوص عدس را از گیاهان زراعی حساس به بقایای علف‌کش ها در خاک ذکر کرده اند و اعمال فاصله زمانی خاص را در کشت مجدد جهت ممانعت از خسارت به آنها ضروری می دانند (۱۹). در این رابطه مطالعات انجام شده توسط هالاوی و همکاران (۶) در مورد حساسیت نخود و عدس به بقایای علف‌کش های کلروسولفوران، مت سولفوران متیل و ترایاسولفوران و مایر و همکاران (۸) و اوستن و والکر (۱۰) نشان از آسیب پذیری بیشتر عدس نسبت به نخود به بقایای علف‌کشهای مذکور دارند.

در مطالعه ای که توسط هالووی وهمکاران (۶) به منظور بررسی پتانسیل صدمه بقایای علف‌کش های ایمازاتاپیر، فلومتسولام، کلروسولفوران، ترایاسولفوران و مت سولفوران انجام شد، بسته به علف‌کش و گیاه زراعی نتایج متفاوتی حاصل شد. نامبردگان گزارش کردند که در بین گیاهان زراعی کلزا، نخود، عدس و یونجه ، کلزا حساسترین گیاه به بقایای ایمازاتاپیر و مقاومترین گیاه به بقایای علف‌کش های سولفونیل اوره(کلروسولفوران،ترایاسولفوران و مت سولفوران) بود. در حالی که عدس و یونجه حساسترین گیاهان زراعی به بقایای علف‌کش های سولفونیل اوره (کلروسولفوران،ترایاسولفوران و مت سولفوران) بودند. حتی با وجود عدم تشخیص بقایای علف‌کش‌های مذکور با استفاده از روش های آنالیز دستگاهی، آزمایش زیست سنجی ۵۵ درصد خسارت را در اثر بقایای احتمالی مت سولفورون متیل در عدس نشان داد. اگر چه آترازین با علف‌کش های فوق از نظر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی متفاوت است. اما با توجه به ماندگاری بالای آن در خاک ، نتایج این مطالعات نشان می دهد که در بین حبوبات، نخود تحمل بیشتری به بقایای این علف‌کش را دارد و در تناوب زراعی آن می توان، انعطاف بیشتری را در انتخاب فاصله زمان کاشت و کاربرد آترازین در نظر داشت.

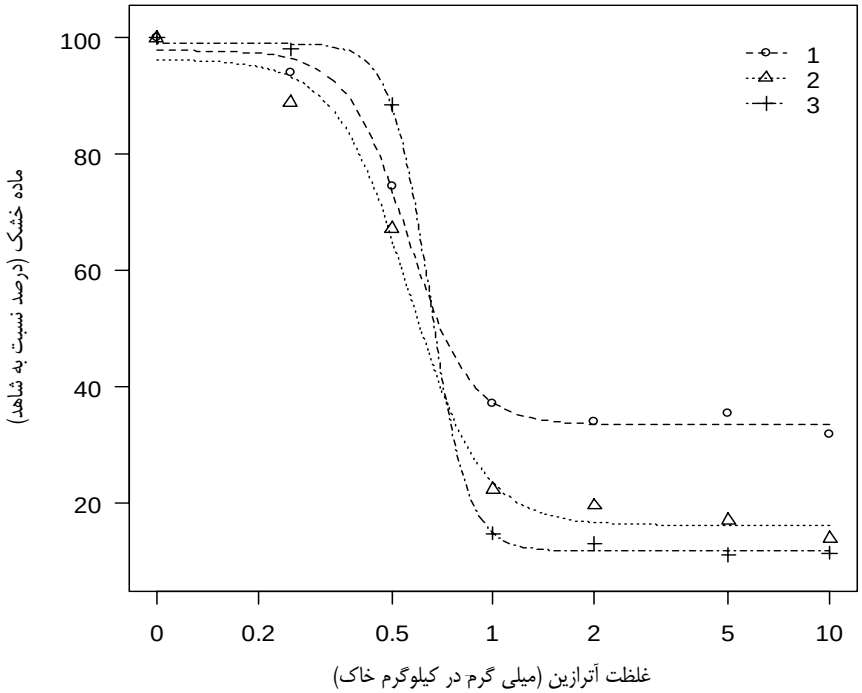
نتایج نشان دادند که در گیاهان پاییزه گندم، جو و کلزا، هر چند کلزا در غلظت‌های کم نسبت به گندم و جو از تلفات ماده خشک کمتری برخوردار بود (شکل ۲). اما بررسی ضریب تغییرات تلفات ماده خشک نشان داد که در غلظت‌های بالاتر حساستر از گندم و جو بوده است. به طوری‌که در بین گیاهان مورد مطالعه دارای کمترین ED50و ED90 بود. به نظر می رسد بین پاسخ گیاهان زراعی مختلف در غلظت های مختلف آترازین، روابط متقابل وجود دارد. به طوری‌که امکان دارد گیاهان به غلظت‌های متفاوت عکس العمل های مختلفی داشته باشند. همانطور که مشاهده می شود، در بین غلات گندم حساستر از جو بوده است و درصد تلفات ماده خشک در گندم در غلظت‌های مختلف آترازین کمتر از جو بود (جدول ۱ و شکل ۲). نظر به اینکه سه گیاه پاییزه مذکور از گیاهان عمده موجود در تناوب با ذرت هستند که با فاصله اندکی از آن کشت می شوند، توجه به حساسیت آنها به بقایای آترازین برای اعمال فاصله زمانی مناسب برای تناوب ضروری است. این مهم بویژه از این نظر که پس از برداشت ذرت به دلیل کاهش دمای محیط سرعت تجزیه آترازین کاهش می یابد اهمیت بیشتری دارد.

در بین گیاهان زراعی پیاز ، چغندر قند و گوجه فرنگی، پیاز حساسترین گیاه بود (شکل ۳ و جدول ۱)، که با توجه پارامترهای برآورد شده توسط مدل، بیشترین تلفات ماده خشک را داشته است و گوجه فرنگی و چغندر قند در مراتب بعد بودند.

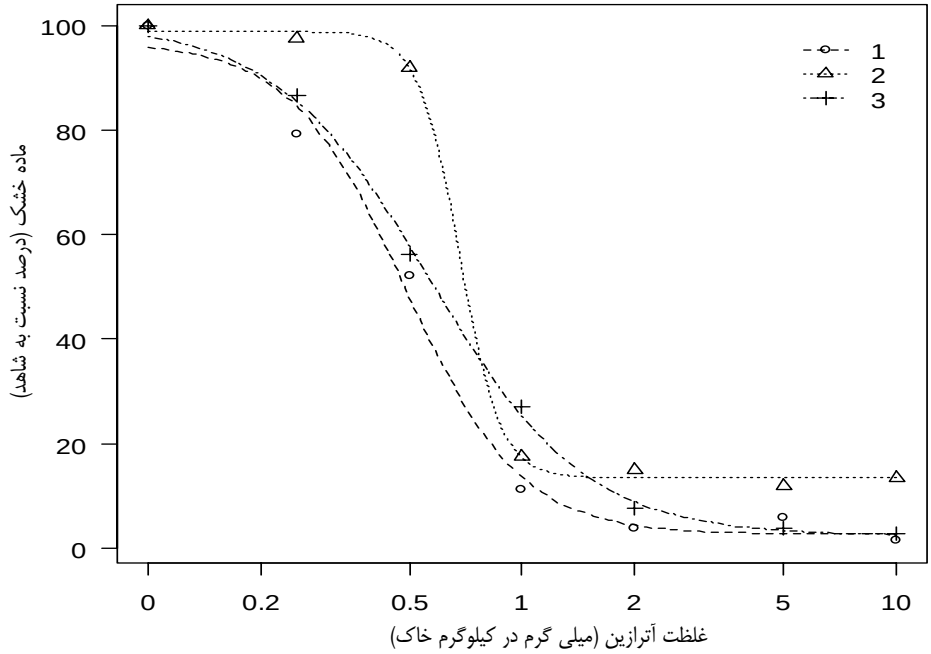
بطور کلی، بر اساس نتایج این آزمایش، کلیه گیاهان زراعی مطالعه شده دارای یک مرحله تاخیر در پاسخ به غلظت‌های بکار برده شده آترازین بودند که بسته به حساسیت گیاه در محدوده ۰ تا ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک قرار داشت. با توجه به آزمایش زیست سنجی نمونه های خاک مزرعه، به نظر می رسد عدم حساسیت گیاهان مذکور به بقایای آترازین در خاک مزرعه، کم بودن غلظت آن از آستانه خسارت در عمق نمونه برداری از خاک باشد. در مجموع با توجه به پارامترهای برآورد شده از آزمایش و روند پاسخ گیاهان زراعی مورد مطالعه، بترتیب حساسیت، آنها را می توان بصورت زیر طبقه بندی کرد:

نخود‹ لوبیا ‹عدس ‹چغندر قند ‹ گوجه فرنگی ‹جو‹ گندم ‹کلزا ‹ پیاز

سانتین مونتانیا و همکاران (۱۳) در ارزیابی حساسیت هفت گیاه زراعی مختلف به سینوسولفورون در محیط کشت هیدروپونیک آنها را از نظر حساسیت بصورت جو‹ گوجه فرنگی‹ ماشک‹ پیاز‹ ذرت ‹ کتان طبقه بندی کردند. نامبردگان با اشاره به این مهم که در علف‌کش های خانواده سولفونیل اوره علایم خسارت سریع و در طی یک یا دو روز رخ می دهد ، دریافتند که در این علف‌کش ها غلظت‌های بسیار کم(۰/۰۰۱ و۰/۲پی پی ام) هم قادر به خسارت به گیاه حساس هستند. به طوری‌که بر اساس نتایج نامبردگان غلظت‌های فوق در گوجه فرنگی، جو، ماشک وپیاز بترتیب ۷۴، ۴۳، ۹ و ۸۸ درصد تلفات ماده خشک داشت (۱۳). هر چند بقایای علف‌کش ها در خاک از اهداف کنترل دراز مدت علفهای هرز، بخصوص علف های هرزی که به طور متناوب سبز می شوند، به شمار می رود (۱۷). اما با توجه به نتایج این آزمایش، توجه به حساسیت گیاهان زراعی نیز در این راستا از مهمترین عوامل مدیریتی مربوط به بقایای علف‌کش ها است. نظر به اینکه این مسأله در بسیاری از نقاط از مهمترین نکات زراعی است، به نظر می رسد انجام آزمایش زیست سنجی خاک قبل از اعمال تناوب جهت پیش بینی خسارت احتمالی مهم است. در این راستا کلیه عوامل مهم و موثر بر روند تجزیه علف‌کش ها در نتایج آزمایشهای زیست سنجی تأثیر گذار هستند و در این بین عوامل اقلیمی نقش مهمی دارند.




**شکل ۲- پاسخ ماده خشک جو (۱)، گندم (۲) و کلزا (۳) در غلظت‌های مختلف آترازین در خاک**




**شکل ۳- پاسخ ماده خشک پیاز (۱)،گوجه فرنگی (۲) و چغندر قند (۳) در غلظت‌های مختلف آترازین در خاک**

جدول ۱- پارامترهای برآورد شده توسط مدل چهار پارامتری لگاریتمی سیگموییدی

| پارامتر/گیاه | لوبیا | نخود | عدس | گندم | جو | کلزا | پیاز | چغندر قند | گوجه فرنگی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| b | ۲/۳۶۹(۰/۶۹)* | ۱/۶۶۶(۰/۴۷) | ۵/۵۷۷(۱/۱۷) | ۴/۷۵۲(۱/۳۸) | ۴/۰۱۶(۰/۷۶) | ۷/۶۴۴(۱/۳۶) | ۲/۸۳۷(۰/۳۳) | ۷/۹۰۱(۱/۳۲) | ۲/۱۰۱(۰/۱۹۱) |
| C | ۴۴/۱۵۰(۳/۰۵) | ۴۹/۰۵۱(۵/۵۱) | ۲۹/۸۷۸(۲/۰۷) | ۳۳/۳۳۸(۱/۶۲) | ۱۶/۰۶۳(۱/۳۵) | ۱۱/۶۱۶(۱/۱۶) | ۲/۶۴۷(۰/۹۹) | ۱۳/۳۹۰(۱/۲۶) | ۲/۳۶۰(۱/۲۱) |
| D | ۱۰۰/۳۲۲(۳/۰۱) | ۱۰۱/۴۹۱(۲/۸۱) | ۹۶/۴۰۳(۲/۵۷) | ۹۷/۸۴۸(۲/۹۶) | ۹۶/۲۹۹(۳/۱۵) | ۹۹/۰۵(۲/۷۱) | ۹۶/۸۴۹(۱/۲۶) | ۹۸/۸۵۰(۲/۳۱) | ۱۰۰/۳۹۵(۳/۰۸) |
| ED10 | ۰/۴۵۸(۰/۰۹) | ۰/۴۶۱(۰/۱۵) | ۰/۳۳۶(۰/۱۵) | ۰/۳۵۲(۰/۰۴) | ۰/۳۲۵(۰/۰۴) | ۰/۴۸۵(۰/۰۳) | ۰/۲۲۴(۰/۰۲) | ۰/۵۱۵(۰/۰۳) | ۰/۱۹۹(۰/۰۲) |
| ED50 | ۰/۸۴۲(۰/۰۹۹) | ۱/۷۲۳(۰/۳۷) | ۰/۶۸۹(۰/۰۴۹) | ۰/۵۵۹(۰/۰۳) | ۰/۵۶۳(۰/۰۲) | ۰/۵۳۴(۰/۰۳) | ۰/۴۸۷(۰/۰۲) | ۰/۶۸۰(۰/۰۴) | ۰/۵۶۷(۰/۰۳) |
| ED90 | ۲/۱۲۹(۰/۶۸) | ۶/۴۴۲(۳/۳۵) | ۱/۰۲۲(۰/۱۱) | ۰/۸۸۷(۰/۱۳) | ۰/۹۷۳(۰/۱) | ۰/۸۶۲(۰/۰۷) | ۱/۰۵۷(۰/۰۸) | ۰/۸۹۸(۰/۰۶) | ۱/۶۱۳(۰/۱۵) |

* خطای استاندارد

به طوری‌که پیش بینی صدمه بقایای علف‌کش ها در خاک به شدت تحت تأثیر شرایط اقلیمی و خصوصیات خاک است. برای مثال در علف‌کش های تریازین که در شرایط اسیدیته پایین خاک به شکل کاتیون، هستند توسط اجزای معدنی خاک که بار منفی دارند جذب می شوند و قابلیت دسترسی گیاهان به آنها کم می شود. لذا امنیت محصول در این شرایط بیشتر از خاک‌های قلیایی است و در خاک‌های قلیایی مدیریت بقایا و کاربرد آنها مهمتر است. به همین دلیل است که کاربرد متریبیوزین و فلومتسالام بترتیب در خاک‌هایی که اسیدیته بیشتر از ۷/۵ و۸/۵ دارند، برای کنترل علف های هرز سویا توصیه نمی شوند (۱۶).

امنیت محصول در ارتباط با بقایای علف‌کش به زمان کاربرد آنها هم بستگی دارد. در مطالعه ای که توسط شیکما و لامبرگتس (۱۵) برای بررسی تحمل نخود به علف‌کش اس- متولاکلر انجام شد، مشاهده شد که نخود زمانی که علف‌کش مذکور بصورت پس رویشی استفاده شود نسبت به کاربرد پیش رویشی آن مقاوم تر است. بر اساس مشاهدات نامبردگان در کاربرد پیش رویشی علف‌کش مذکور، بقایای علف‌کش باعث کاهش نیم تن در هکتار در عملکرد نخود شدند. شرایط اقلیمی بویژه خاک‌های سرد و بارندگی کم روند تجزیه زیستی علف‌کش های تریازین، کاربوکسیلیک اسید، دی فنیل اتر، ایمیدازولینون، ترایازولوپیریمیدین، دی نیترو آنیلینها را می کاهند و توجه به این مهم در مدیریت بقایا و کشت مجدد گیاهان مهم است (۱۵).

بطور کلی هر چند آزمایشات زیست سنجی قادر به تشخیص کمیت علف‌کش ها در خاک نیستند. اما با توجه به اینکه بعضی از علف‌کش ها حتی در غلظت‌های غیر قابل تشخیص دارای فعالیت زیستی هستند، در تشخیص آنها مفید هستند. با این حال این آزمایشها روشهای صد در صد، برای مطالعه بقای علف‌کش ها نیستند و با توجه به نتایج این آزمایش به منظور پیش بینی خسارت احتمالی آترازین در گیاهان مطالعه شده پیشنهاد می شود آزمایش های تکمیلی در شرایط مختلف اقلیمی و خاک‌های مختلف انجام شود.

## منابع


۱- زند، ا.، م. ع. باغستانی، پ، شیمی و س. ا. فقیه.۱۳۸۱. تحلیلی بر مدیریت سموم علف کش در ایران. ۴۱ ص.

2- Buelk, S., G. D. Igor, D. B. Colin, and G. Bernhard. 2000. Simulation of pesticide persistence in the field on the basis of laboratory data- A Review. Journal of Environmental Quality. 29: 1371-1379.

3- Buelk, S., W. B. Vendy, D. B. Colin, M. Mattew, and W. Allan. 2005. Evaluation of simplifying assumption on pesticide degradation in soil. Journal of Environmental Quality.34: 1933-1943.

4- Faheed, F. A. and Z. Abd-Elfattah, 2007. Alteration in growth and physiological activities in *Chlorella vulgaris* under the effect of photosynthetic inhibitor diuron. Int. J. Agric. Biol. 9: 631–634

5- Ferris, I. G and Haigh, B. M. 1992. Prediction of herbicide persistence and phytotoxicity of residues. In: Proceedings First International Weed Control Congress, Melbourne. 1: 193-207.

6- Halloway, K. l, R. S. Kookana, D. M. Noy, J. G. Smith, and N. Wilhelm. 2006. Crop damage caused by residual Acetolactate synthase herbicides in the soils of south-eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 46: 1323-1331.

7- Jettner, R. J., S. R. Walker, J. D. Churchett, F. P. C. Blamey, S. W. Adkins, and K. Bell. 1999. Plant sensitivity to atrazine and chlorsulfuron residues in a soil free system. Weed Research. 39: 287-295.

8- Moyer, J. R., R. Esau, and G. C. Kozub.1990. Chlorsulfuron persistence and response of nine rotational crops in alkaline soil af southern Alberta. Weed Technology. 4: 543-548.

9- Mueller. K., R. E. Smith, T. K. James, P. T. Holland, and A. Rahman.2003. Prediction of field atrazine persistence in an allophonic soil with Opuse2. Pest Management Science. 60:447-458.

10- Osten, V. A., and S. R. Walker. 1998. Recroping intervals for sulfonylurea herbicides are short in semi-arid subtropics of Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38: 71-76.

11- Riaz, M., M. Jamil and T.Z. Mahmood, 2007. Yield and yield components of maiz as affected by various weed control methods under rain-fed conditions of Pakistan. Int. J. Agric. Biol., 9: 152–15
12- Robert, M. Z., R., M. A. Weaver, and L. A. Martin. 2006. Microbial adaptation for accelerated atrazine mineralization/degradation in Mississippi Delta soils. Weed Science. 54:538-547.
13- Santin-Montanya., I, J. L. Alonso-Prados, M. Villarroya, and J. M. Garcia-Baudin. 2006. Bioassy for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. Journal of Environmental Science and Health. 41: 781-793.
14- Shaner, D. L, and W. B. Henry. 2007. Field history and dissipation of atrazine and metolachlor in Colorado. Journal of Environmental Quality. 36:128-134.
15- Shikkema, P. H, and J. L. Lambregts. 1995. Tolerance of pea to imazethapyr and metolachlor. Regetown College of Agricultural Technology, weed control studies, Annual Report. Pages 268-269.
16- Shikkema, P. H. 2005. Residual herbicides:An integral component of weed management systems in eastern Canada. Pages 88-99 in R . C. Van Acker, ed. Soil residual herbicides: Sience and Mnagement. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3. Sainte Anne-de Bellevue, Quebec
17- Strek, H. J. 2005. The Science of Dupoint's soil residual herbicides in Canada. Pages 31-44 in R . C. Van Acker, ed. Soil residual herbicides: Sience and Mnagement. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3. Sainte Anne-de Bellevue, Quebec.
18- Tasli, S., L. Patty, H. Boetti, P. Ravanel, G. Vachaud, C. Schrff, J. Favre-Bonvin, M. Kauadji, and M. Tissut. 1996. Persistence and leaching of atrazine in corn culture in the experimental site of La Cote Saint Andre (Isere, France). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 30:203-212.
19- Theng, B. K. G., R. S. Kookana, and A. Rahman. 2000. Environmental concerns of pesticides in soil and groundwater and management strategies in Oceania In: Huang P. M., and I. K. Iskandar. Soil and groundwater pollution and remediation. CRC Press. Boca Raton. Florida.
20- Zhang, W. M., M. E. Megiffen, J. O.Beker, H. D. Ohr, J. J. Sims, and R. L. Kallenbach. 1997. Dose response of weeds to methyl iodide and methyl bromid.Weed Research. 37: 181- 189.