

## Evaluating the Effect of Pendimethalin Herbicide Residue on Wheat and Barely

Taj Mohammad Khajavi<sup>1</sup>, Zeinab Avarseji<sup>2\*</sup>, Ebrahim Gholam Alipour Alamdari<sup>3</sup>  
and Abbas Biyabani<sup>4</sup>

- 1- M.Sc. Student of Weed science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
- 2- **\*Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Crop Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran (avarseji@erp.gonbad.ac.ir)
- 3- Assistant Professor, Department of Crop Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
- 4- Associate Professor, Department of Crop Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

Received: 18 June, 2018

Accepted: 22 April, 2019

---

### Abstract

#### Background and Objectives

Nowadays, herbicides are crucial for modern agricultural systems. Yet, improper application of herbicides will have dangerous consequences. For example, there will be crop damage due to long lasting herbicide residue or herbicide drift on neighbor crops if applied on non-target species. The purpose of this experiment was to determine the sensitivity of wheat and barley to pendimethalin residue by using bioassay.

#### Materials and Methods

In order to evaluate soil residue of pendimethalin, experiments with completely randomized designs were carried out in the greenhouse at Faculty of Agriculture and Natural Resources of Gonbad Kavous University. In this experiments, different doses of pendimethalin (0, 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75 and 100 % of recommended dose) were applied on wheat and barley in order to measure the dry weight of root and shoot of crops. The concentration of herbicides was made by dilution of stock solvent. Three/four-parameter log-logistic curves were used for fitness of the data.

#### Results

Results indicated that almost all data followed the three-parameter logarithm logistic curve. Results of separate fitness of data showed that the residue of pendimethalin always caused reduction of dry weight of the evaluated crops. Fifty percent reduction of shoot dry weight of wheat and barley was obtained from 400.5 and 623.05 g.a.i.ha<sup>-1</sup> of pendimethalin and the ED<sub>50</sub> values of root dry weight of wheat and barley were 65.88 and 269.66 g.a.i.ha<sup>-1</sup> of pendimethalin, respectively.

#### Discussion

Generally, the results of simultaneously fitted data shows that wheat is always more sensitive to pendimethalin rather than barley. Based on results, even the very little portion of herbicides can

cause damage to crops, thus, considering the sensitive crop in rotation is so important since this residue can stay active even in two-season crops and make crop injuries. The selection between 3 and 4 Logarithm logistic model was based on: 1. Lack of fit test significance 2. Significance of estimated parameters, especially the parameters and the way of distribution of data around the curve (graphical observation).

**Keywords:** Bioassay, Dry weight, Logarithm logistic, Regression

## ارزیابی تأثیر پسماند علف کش پندی متالین بر گندم و جو

تاج محمد خواجه‌جوی<sup>۱</sup>، زینب اورسجی<sup>۲\*</sup>، ابراهیم غلامعلی پور علمداری<sup>۳</sup> و عباس بیابانی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم علف‌های هرز، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران  
 ۲- \*نویسنده مسئول: استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران  
 (avarseji@erp.gonbad.ac.ir)

۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

۴- دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۸

### چکیده

به منظور بررسی بقایای علف کش پندی متالین در خاک آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس در سال ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. در این آزمایش غلظت‌های مختلف علف کش پندی متالین که معادل صفر، ۱۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده بود؛ روی گیاهان زراعی گندم و جو به کار برده شد و وزن خشک ریشه و ساقه گیاهان زراعی مورد نظر در انتهای آزمایش اندازه گیری شدند. در برازش داده‌ها از منحنی‌های لگاریتم لجستیک سه و چهار پارامتره استفاده شد. نتایج نشان داد که تقریباً در همه داده‌های مورد بررسی منحنی سه پارامتره از برازش مناسبی برخوردار بود. در برازش جداگانه داده‌ها مشخص شد که همواره بقایای علف کش پندی متالین باعث کاهش زیست توده خشک ساقه و زیست توده خشک ریشه گیاهان زراعی گندم و جو شدند. مقدار علف کش برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک ساقه گندم و وزن خشک ریشه گیاهان زراعی گندم و جو به ترتیب از ۵/۴۰۰ و ۰۵/۶۲۳ گرم ماده مؤثره پندی متالین در هکتار به دست آمد. مقادیر ED<sub>50</sub> وزن خشک ریشه گندم و جو به ترتیب ۸۸/۶۵ و ۶۶/۲۶۹ به دست آمد. در مجموع نتایج حاصل از برازش دوگانه داده‌ها نشان داد که در تمام اندازه‌گیری‌های مربوط به ریشه و ساقه، همواره گندم از جو حساسیت بیشتری به بقایای علف کش پندی متالین نشان داد. بنابراین توصیه می‌شود در شرایطی وجود بقایای علف کش پندی متالین در خاک، از کاشت گیاهان حساس مثل گندم پرهیز شود.

کلیدواژه‌ها: رگرسیون، زیست‌سنجی، لگاریتم لجستیک، وزن خشک

### مقدمه

سالانه مقادیر بسیار زیادی از انواع علف کش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ که بخش عمده‌ای از آن‌ها پس از کاربرد، وارد محیط زیست و به ویژه خاک می‌شوند (Zand et al., 2010).

به رغم برخی مشکلات زیست محیطی که علف کش‌ها ایجاد می‌کنند، استفاده از این ترکیبات هنوز از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز جهان است. طی

امروزه علف کش‌ها یکی از نهاده‌های مهم و ضروری در سیستم‌های کشت کشورهای پیشرفته محسوب شده و بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات زراعی، مرهون مصرف آن‌ها می‌باشد (Zand and Baghestani, 2002). به عبارت دیگر به منظور حفاظت گیاهان در مقابل علف‌های هرز موجود در مزارع کشاورزی

سال‌های گذشته سهم فروش علف کش‌ها از کل فروش سموم آفت‌کش در جهان همواره بیشتر بوده است (Zand et al., 2010).

آسیب به گیاهان زراعی موجود در تناوب که ناشی از علف کش‌هایی با ماندگاری بالا است؛ همین‌طور اثرات ناشی از بادبردگی علف کش‌ها روی محصولات زراعی مجاور، از پیامدهای خطرناک کاربرد علف کش‌ها روی گونه‌های غیرهدف می‌باشد (Pestemer and Zwerger, 1999).

عواملی همانند سیستم‌های خاک‌ورزی، شرایط اقلیمی و خاکی سبب می‌شود تنها بخش کوچکی از علف کش‌های بکار رفته در مزارع کشاورزی در دسترس گیاهان هدف قرار گیرد و بقیه آن ضمن حضور در محیط خاک، سبب محدودیت در تناوب‌های بعدی می‌شود. از این‌رو توجه به میزان بقایای علف کش‌های موجود در خاک‌های زراعی، سرعت تجزیه و انتقال آن‌ها در خاک، هم در میزان موفقیت عملیات کشاورزی و هم در حفظ سلامت اکوسیستم‌های زراعی و محیط‌زیست امری مهم محسوب می‌شود (Sadowski and Kucharski, 2004; Sadowski et al., 2002).

از آنجایی که که بقایای علف کش‌ها در خاک از عوامل محدودکننده کاشت گیاهان حساس می‌باشد؛ شناسایی این گیاهان و رعایت فاصله زمانی مناسب جهت کاشت محصول بعدی، از جمله عوامل مدیریتی پسماند علف کش‌ها محسوب می‌شود. بروز اثرات نامطلوب بقایای علف کش‌ها بر محصولات بعدی در کشور ما حائز اهمیت است؛ زیرا خشکی، کمی مواد آلی، سردی زمستان و جمعیت اندک میکروارگانیسم‌های خاک به گونه‌ای است که علف کش‌ها در آن دوام زیادی دارند (Mosavi, 2008).

ارزیابی خطرات ناشی از باقی‌مانده علف کش‌ها در محیط خاک تا به امروز فقط بر مبنای نتایج آنالیزهای شیمیایی بوده که تنها اطلاعاتی درباره وجود مواد شیمیایی، نوع و مقدار آن‌ها فراهم می‌آورند و در عین حال مانع از

بررسی اثرات مضر اکولوژیکی باقی‌مانده علف کش‌ها می‌شوند. بنابراین رویکرد شیمیایی سنتی، جهت ارزیابی سطوح باقی‌مانده علف کش در خاک‌های کشاورزی برای بیش از یک دهه به وسیله آنالیزهای سم‌شناسی اکولوژیکی تکمیل شده است. در چنین آنالیزهایی سطح باقی‌مانده علف کش بر اساس پاسخ معین و جامع ارگانیسم‌های شاخص استاندارد به ماده مؤثره که از نظر شیمیایی و غلظت متغیر است مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این آنالیزها، روش‌های آزمون زیستی با کاربرد به‌طور مثال یک گیاه ردیاب‌زیستی صورت می‌گیرد. این روش می‌تواند یک سطح مؤثر بیولوژیکی از باقی‌مانده ماده مؤثره علف کش را بلافاصله پس از کاربرد مشخص کند؛ به‌علاوه تغییرات کاهش این مواد را در محیط خاک در طی چندین ماه یا حتی برای بیش از یک سال نشان دهد. همچنین با توجه به این واقعیت که تمام گیاهان عالی حساسیت خاصی نسبت به مواد شیمیایی مختلف (مانند علف کش‌ها) موجود در محیط خاک دارند می‌توان اظهار داشت که آزمایش‌های زیستی، ارزیابی عینی از سطح باقی‌مانده علف کش‌ها در خاک را تسهیل می‌کنند. اثر سمی مواد مؤثره علف کش‌ها ممکن است با کاهش وزن تر و خشک ریشه‌ها و قسمت‌های هوایی (ساقه و برگ‌ها) گیاهان مورد آزمایش نمود پیدا کند (Demczuk et al., 2004; Sekutowski and Sadowski, 2009). علف‌کش پندی‌متالین در محصولاتی مانند عدس، نخود، لوبیا و ذرت به‌صورت پیش‌کاشت استفاده می‌شود و بقایای حاصل از آن برای گیاهان زراعی بعدی باعث محدودیت در تناوب می‌شود لذا در این آزمایش با استفاده از آزمون زیست‌سنجی میزان حساسیت گیاهان زراعی گندم و جو به بقایای این علف کش بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی بقایای علف کش پندی‌متالین در خاک آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ اجرا شد. در این آزمایش غلظت‌های

معادله لجستیک چهار پارامتره که اجزای آن عبارت است از:  $U_i =$  وزن تر یا وزن خشک،  $z =$  مقدار علف کش،  $D$  حد بالا در شرایط عدم کاربرد علف کش و کمترین مقدار در شرایط بیشترین مقدار کاربرد علف کش  $C =$  معنای منحنی در کمترین و بیشترین مقدار علف کش،  $ED_{50i} =$  مقداری از علف کش که باعث ۵۰ درصد کاهش رشد می شود،  $b_i =$  شیب خط در محدوده  $ED_{50i}$ ،  $i =$  تیمار علف کشی  $ED_{50}$  می تواند با هر  $ED_x$  دیگری جایگزین شود که در این آزمایش  $ED_{50}$  برآورد و پارامترهای مربوط به آن محاسبه شد. لازم به ذکر است، چنانچه در برخی شرایط صفر  $C =$  شد از معادله سه پارامتره زیر استفاده گردید. به دلیل عدم معنی دار بودن پارامتر  $c$  حد پایین از معادله سه پارامتره استفاده گردید که به شرح ذیل می باشد.

رابطه (۲)

$$U_i = \frac{D}{1 + \exp[2bi(\log(ED90i) - \frac{1.099}{bi} - \log(z))]}$$

## نتایج و بحث

### وزن خشک ساقه گندم و جو

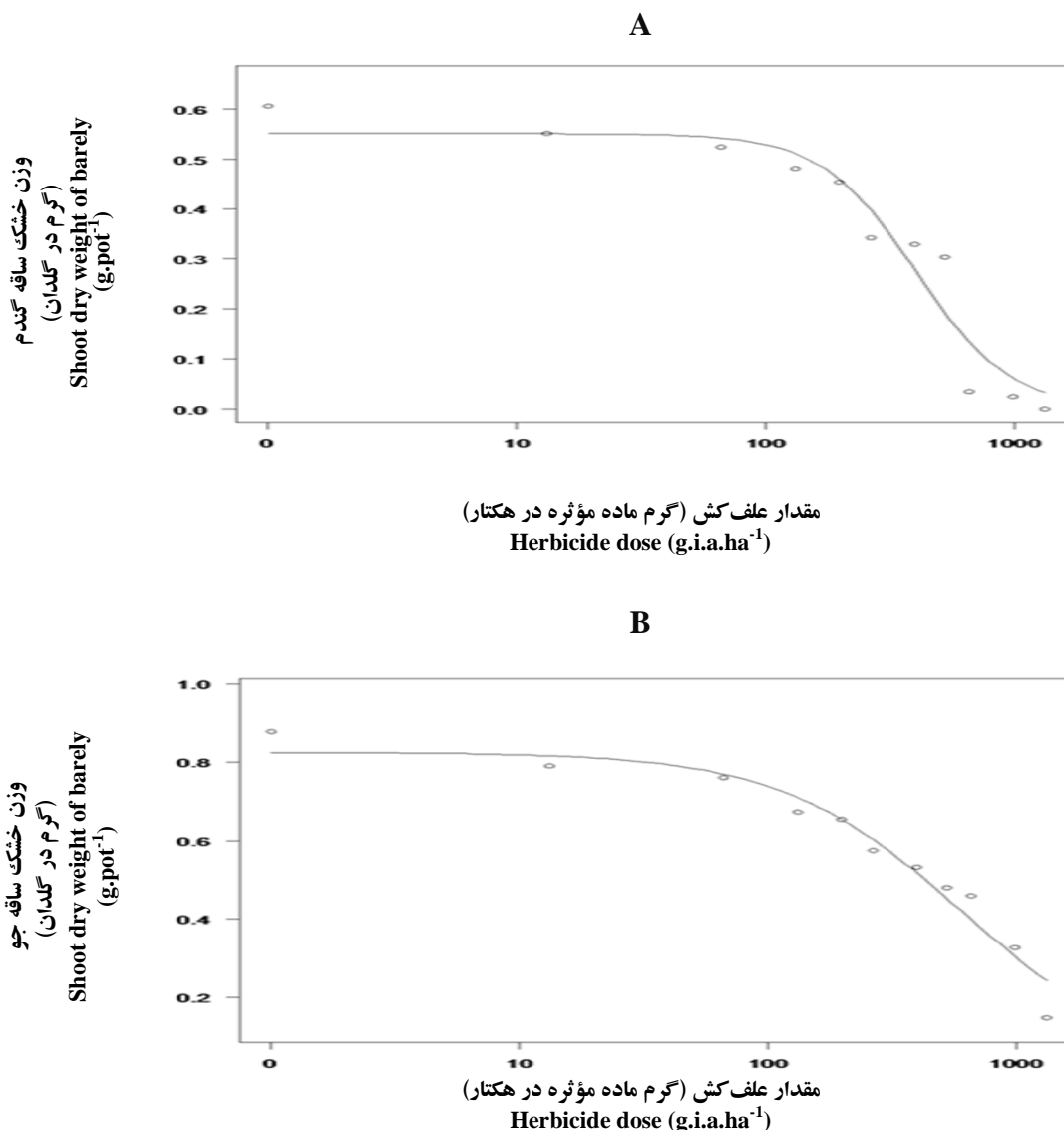
#### توصیف مدل و نتایج

روند تبعیت داده های وزن خشک ساقه گندم و جو در شکل (۱) نیز مناسب و قابل قبول می باشد؛ به عبارت دیگر منحنی دز-پاسخ، تبعیت داده های وزن خشک ساقه گندم و جو را از تابع لگاریتم لجستیک سه پارامتره با حد پائین صفر (صفر =  $C$ ) نشان می دهد (شکل ۱-الف و ب) همان طور که در شکل (۱-الف و ب) مشاهده می شود؛ وزن خشک ساقه گندم و جو از ۶۶ گرم ماده مؤثره پندی متالین در هکتار به بعد کاهش یافت به طوری که از دز ۱۳۲ تا دز ۱۳۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، میانگین وزن خشک ساقه در گندم و جو به ترتیب از ۰/۶ و ۰/۹۱۱ به صفر و ۰/۱۴۶ رسید. مقدار علف کش برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک ساقه گندم و جو به ترتیب ۴۰۰/۵ و ۶۲۳/۰۵ گرم ماده مؤثره پندی متالین به دست آمد (جدول ۱).

مختلف علف کش پندی متالین (صفر، ۰/۰۰۰۰۱۸، ۰/۰۰۰۰۰۹، ۰/۰۰۰۰۷۳، ۰/۰۰۰۰۵۴، ۰/۰۰۰۰۳۶، ۰/۰۰۰۰۲۷، ۰/۰۰۰۰۱۸، ۰/۰۰۰۰۱۳، ۰/۰۰۰۰۰۹۱) که به ترتیب معادل صفر، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده علف کش (چهار لیتر ماده تجاری ۳۳٪ EC) روی گیاهان گندم و جو بررسی شد. ترکیب خاک با نسبت ۱:۱:۱ از شن، خاک و خاک برگ بود و غلظت های مورد نظر علف کش از رقیق کردن محلول مادر ۱۰۰۰ قسمت در میلیون هر کدام از علف کش ها به دست آمد. برای اختلاط کامل و یکنواخت علف کش با خاک مقدار خاک مورد نیاز برای هر غلظت محاسبه شد و سپس حجم محاسبه شده محلول هر غلظت علف کش مورد نظر با استفاده از بورت مدرج با مقدار خاکی که ریشه گیاه زراعی در آن نفوذ می کند مخلوط گردید. گلدان هایی با قطر ۱۵ سانتی متر انتخاب و ۲۰ بذری در عمق مناسب کشت شد. جهت جلوگیری از آبهویی علف کش ها آبیاری گلدان ها به اندازه ای بود که آب اضافی از انتهای آن ها خارج نگردد. تنک کردن گیاهان، در مرحله دو تا سه برگی انجام شد و تراکم آن ها به سه عدد در هر گلدان کاهش یافت. پس از طی مراحل رشد مربوط به هر گیاه، وزن خشک اندام های هوایی و ریشه هر گیاه پس از قراردادن آن ها در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری وزن خشک ریشه ها، ابتدا گیاهان با احتیاط و به آرامی از گلدان ها خارج شدند و ریشه ها با دقت شسته، سپس در آون خشک و پس از آن با ترازوی دیجیتال با دقت هزارم اندازه گیری شدند. تجزیه رگرسیونی داده ها و رسم شکل ها توسط نرم افزار R با استفاده از بسته drc انجام شد (Ritz and Streibig, 2005). در تجزیه رگرسیونی داده ها، غلظت های علف کش برای ۵۰ درصد بازدارندگی گیاه زراعی با استفاده از رابطه ۱ و ۲ (Seefeldt et al., 1995) محاسبه شد.

رابطه (۱)

$$U_i = \frac{D - C}{1 + \exp[2bi(\log(ED50i) - \log(z))]} + C$$



شکل ۱- پاسخ ماده خشک ساقه گندم (A) و جو (B) در غلظت‌های مختلف پندی متالین در خاک (محور x، لگاریتمی مقیاس بندی شده است)

Figure 1. Shoot dry matter response of wheat (A) and barley (B) at different concentrations of Pendimethalin in soil (X axis is logarithmic)

جدول ۱- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش مدل سه پارامتری لگاریتم لجستیک به داده‌های وزن خشک ساقه گندم و جو در بقایای پندی متالین شبیه‌سازی شده در خاک

Table 1. Estimated parameters of 3 parameter Logarithm logistic model fitted to shoot dry weight of wheat and barley data at simulated pendimethalin residue in soil

ED <sub>50</sub>		d		c		b		
جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو <sup>۲</sup>	گندم <sup>۱</sup>	
Barely	Wheat	Barely	Wheat	Barely	Wheat	Barely	Wheat	
623.50	400.50	0.82	0.55	-	-	1.17	2.28	مقادیر پارامترهای برآورده شده
(53.90)	(40.73)	(0.02)	(0.02)	-	-	(0.14)	(0.24)	Estimated parameters
0	0	0	0	-	-	0	0	احتمال
								Possibility

آزمون عدم برازش معنی دار بود (P<sub>1</sub> = 0.0007 و P<sub>2</sub> = 0.0069). مقادیر درون پرانتزها خطای استاندارد می باشد.

Lack of fit test was significant (P<sub>1</sub> = 0.0007 and P<sub>2</sub> = 0.0069). The values in parenthesis are the standard error.

کاربرد همه علف کش ها منجر به کاهش معنی داری در همه شاخص های زیست توده خشک ریشه و اندام هوایی و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی شدند و در بین آن ها، علف کش بنتازون بیشترین تأثیر را بر پارامترهای فوق داشت؛ به طوری که کاربرد آن، زیست توده ریشه و اندام هوایی نخود را به ترتیب ۸۰ و ۷۳ درصد کاهش داد.

### درصد از شاهد گندم-جو

#### وزن خشک ساقه

#### توصیف مدل و نتایج

با توجه به شکل (۳) وزن خشک ساقه گندم و جو اختلاف معنی داری در دزهای مختلف نداشتند؛ اما در دزهای حداکثر وزن خشک گندم به صفر رسید در حالی که جو همچنان در دز حداکثر (معادل ۱۳۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) ۱۶/۸۴ درصد وزن خشک داشت. این اختلاف در مقادیر  $ED_{50}$  هم قابل تشخیص است؛ به طوری که برای از بین بردن ۵۰ درصد وزن خشک ساقه جو ۶۲۶/۷۱ گرم ماده مؤثره از علف کش پندی متالین لازم است اما همین پارامتر برای گندم معادل ۴۰۲/۹۸ می باشد (جدول ۳). Izadi et al. (2010) در مطالعه ای به منظور ارزیابی حساسیت گیاهان زراعی مختلف به بقایای آترازین در خاک دریافته اند که بقایای آترازین در غلظت های مختلف، تأثیر معنی داری بر کاهش زیست توده گیاهان مورد مطالعه داشت به طوری که در این مطالعه پیاز (*Allium cepa* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) حساس ترین گیاهان به بقایای آترازین در خاک بودند.

#### وزن خشک ریشه

#### توصیف مدل و نتایج

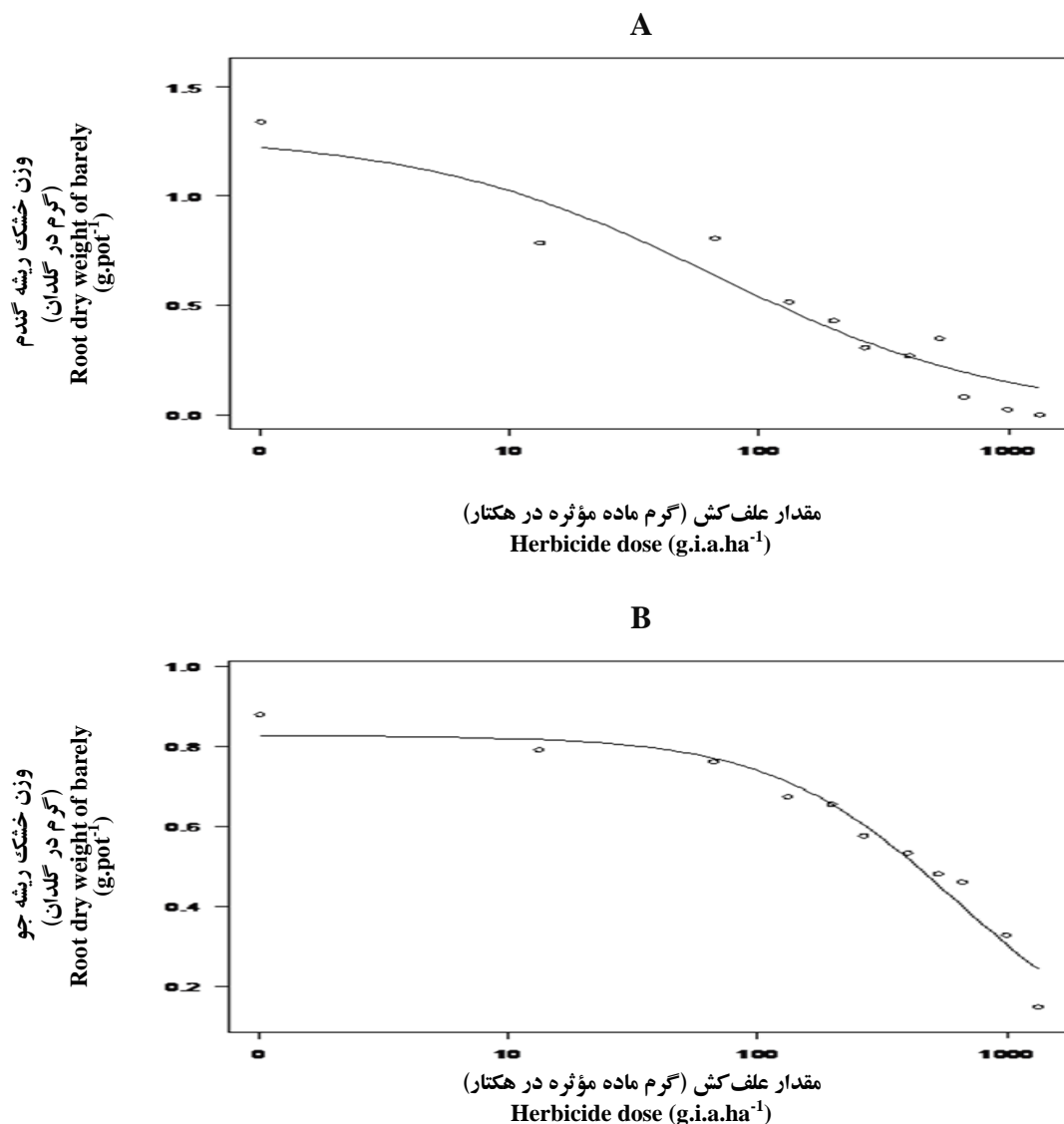
آزمون عدم برازش منحنی های لگاریتم لجستیک سه پارامتره با حد بالا و پائین معنی دار نشد ( $P = ۰/۶۲۴۷$ ) اما احتمال مقادیر پارامترهای برآورد شده معنی دار بود (جدول ۴). وزن خشک ریشه در گندم حساس تر از جو بود؛ به طوری که وزن خشک از دز ۱۳/۲ گرم ماده مؤثره در هکتار پندی متالین شروع به کاهش کرد و شیب این کاهش نسبت به جو شدیدتر بود (شکل ۴ و جدول ۴).

نتایج Barzoei et al. (2010) نشان داد که بقایای تریفلورالین در خاک تأثیر معنی داری بر سبزشدن یونجه، خیار، گندم، یولاف، جو، ارزن و سورگوم داشت و با افزایش بقایای تریفلورالین در خاک، وزن خشک تمام گیاهان به طور معنی داری کاهش پیدا کرد. گیاه یونجه با داشتن بالاترین  $ED_{50}$  زیست توده اندام های هوایی به میزان ۵/۱۵۴ به عنوان مقاوم ترین گیاه و سورگوم با کمترین مقدار  $ED_{50}$  مربوط به زیست توده اندام های هوایی (۵/۵۶۴۴) به عنوان حساس ترین گیاه به بقایای تریفلورالین شناخته شدند. سایر گیاهان زراعی بر اساس شاخص مذکور از نظر حساسیت به بقایای تریفلورالین به صورت یونجه < خیار < گندم < یولاف < جو < ارزن < سورگوم طبقه بندی شدند.

### وزن خشک ریشه گندم و جو

#### توصیف مدل و نتایج

مقدار وزن خشک ریشه گندم از دوز دوم (۱۳/۲ گرم ماده مؤثره پندی متالین در هکتار) شروع به کاهش کرد در حالی که وزن خشک ریشه جو از دز سوم (۶۶ گرم ماده مؤثره در هکتار) کاهش نشان داد (شکل ۲-الف و ب). وزن خشک ریشه گندم با کاهش ۱۰۰ درصدی از ۱/۳ گرم در گلدان در تیمار بدون علف کش به صفر گرم در گلدان در دوز حداکثر رسید. وزن خشک ریشه جو از مقدار ۱/۱۸ گرم در گلدان در تیمار شاهد صفر به مقدار ۰/۱۸ گرم در گلدان در تیمار  $10^{-4} \times 66$  میلی لیتر پندی متالین در کیلوگرم خاک که معادل ۱۳۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود؛ رسید که ۸۴ درصد کاهش نسبت به شاهد بدون علف کش نشان داد. مقادیر  $ED_{50}$  وزن خشک ریشه گندم و جو به ترتیب ۶۵/۸۸ و ۲۶۹/۶۶ می باشد؛ به عبارت دیگر برای کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک ریشه گندم ۵۶/۸۸ گرم از ماده مؤثره پندی متالین لازم است که نسبت به جو به مراتب کمتر می باشد (جدول ۲). Izadi Darbandi and Akrami (2013) با بررسی اثر علف کش های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر بر رشد، گره زایی و تثبیت زیستی نیتروژن در نخود نشان دادند که



شکل ۲- پاسخ ماده خشک ریشه گندم (A) و جو (B) به غلظت‌های مختلف پندی متالین در خاک (محور X، لگاریتمی مقیاس بندی شده است)

Figure 2. Root dry matter response of wheat (A) and barley (B) at different concentrations of pendimethalin in soil (X axis is logarithmic)

جدول ۲- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش مدل سه پارامتری لگاریتم لجستیک به داده‌های وزن خشک ریشه گندم و جو در بقایای شبیه‌سازی شده پندی متالین در خاک

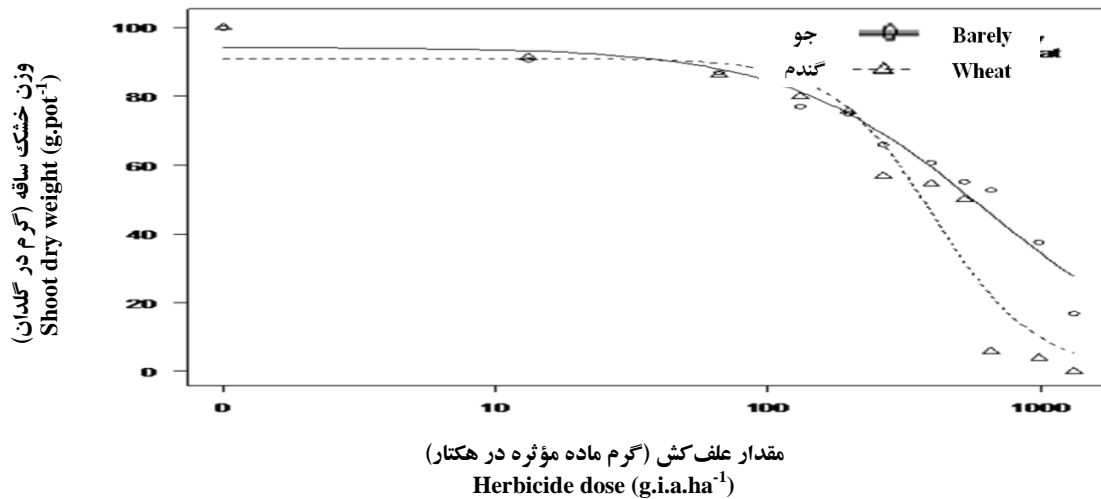
Table 2. Estimated parameters of 3 parameter Logarithm logistic model fitted to root dry weight of wheat and barley data at simulated pendimethalin residue in soil

ED <sub>50</sub>		d		c		b		
جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	
Barely	Wheat	Barely	Wheat	Barely	Wheat	Barely	Wheat	
269.66	35.88	1.15	1.27	-	-	0.87	0.74	مقادیر پارامترهای برآورد شده
(52.12)	(12.22)	(0.06)	(0.10)			(0.14)	(0.15)	Estimated parameters
0	0.0265	0	0	-	-	0	0	احتمال
								Possibility

آزمون عدم برازش معنی دار نبود (P<sub>1</sub> = 0.0470 و P<sub>2</sub> = 0.5511). مقادیر درون پرانتزها خطای استاندارد می‌باشد.

Lack of fit test was not significant (P<sub>1</sub> = 0.0470 and P<sub>2</sub> = 0.5511). The values in parenthesis are the standard error.





شکل ۳- پاسخ ماده خشک ساقه گندم و جو در غلظت‌های مختلف علف کش پندی متالین در خاک (محور x، لگاریتمی مقیاس بندی شده است)  
 Figure 3. Shoot dry matter response of wheat and barley at different concentrations of pendimethalin in soil (X axis is logarithmic)

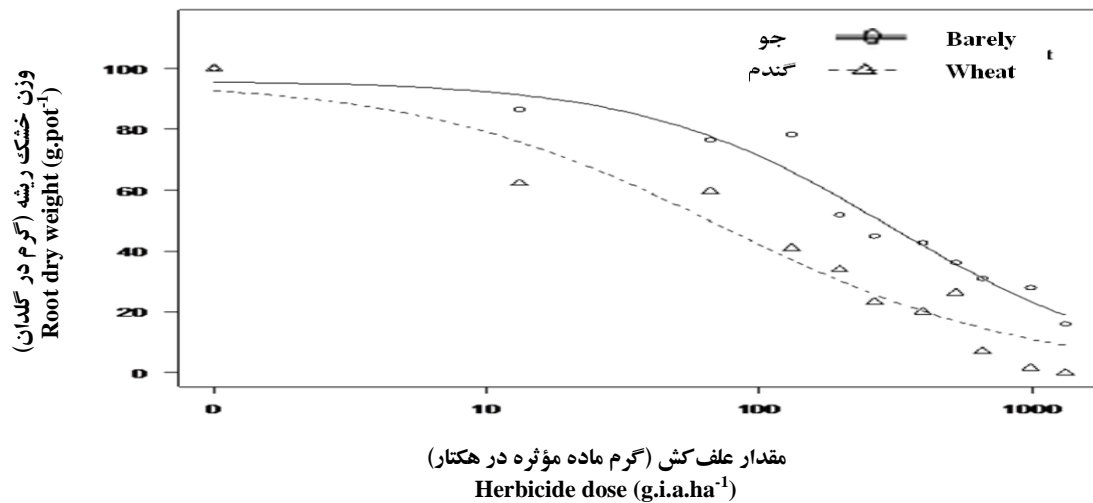
جدول ۳- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش همزمان مدل سه پارامتری لگاریتم لجستیک به داده‌های وزن خشک ساقه گندم و جو در بقایای شبیه‌سازی شده پندی متالین در خاک

Table 3. Estimated parameters of simultaneously 3 parameter Logarithm logistic model fitted to shoot dry weight of wheat and barley data at simulated pendimethalin residue in soil

ED <sub>50</sub>	d	c	b	
402.98 (33.47)	90.96 (3.59)	-	2.23 (0.36)	گندم Wheat
626.71 (78.39)	94.23 (4.28)	-	1.17 (0.21)	جو Barely
0	0	-	0	گندم Wheat
0	0	-	0	جو Barely

آزمون عدم برازش معنی دار بود (P = 0). مقادیر درون پرانتزها خطای استاندارد می‌باشد.

Lack of fit test was significant (P= 0). The values in parenthesis are the standard error.



شکل ۴- پاسخ ماده خشک ریشه گندم و جو به غلظت‌های مختلف علف کش پندی متالین در خاک (محور x، لگاریتمی مقیاس بندی شده است)  
 Figure 4. Root dry matter response of wheat and barley at different concentrations pendimethalin in soil (X axis is logarithmic)

جدول ۴- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش مدل سه پارامتری لگاریتم لجستیک با حد بالای یکسان (d) به داده‌های وزن خشک ریشه گندم و جو در بقایای شبیه‌سازی شده پندی متالین در خاک

Table 4. Estimated parameters of simultaneously 3 parameter Logarithm logistic model fitted to root dry weight of wheat and barley data at simulated pendimethalin residue in soil

ED <sub>50</sub>	d	c	b	
72.95 (24.46)	95.97 (5.25)	-	0.77 (0.15)	گندم مقادیر پارامترهای برآورده شده
3.3.17 (59.06)		-	0.95 (0.18)	جو Estimated parameters
0.0041	0	-	0	گندم احتمال
0		-	0	جو Possibility

آزمون عدم برازش معنی دار نبود (P = 0.6247). مقادیر درون پرانتزها خطای استاندارد می‌باشد.

Lack of fit test was not significant (P= 0.6247). The values in parenthesis are the standard error.

۱- معنی داری یا عدم معنی داری آزمون عدم برازش،  
۲- معنی داری پارامترهای مربوط به هر منحنی، مخصوصاً پارامتر e که معادل مقادیر ED<sub>50</sub> می‌باشد و ۳- نحوه پراکنش داده‌ها حول منحنی برازش داده شده (مشاهده گرافیکی داده‌ها) بهترین منحنی انتخاب و برازش‌های مربوط انجام شد. برازش جداگانه داده‌ها نشان داد که بقایای علف کش پندی متالین باعث کاهش زیست توده خشک گیاهان زراعی مورد آزمایش شد؛ که اهمیت توجه به گیاهان زراعی موجود در تناوب را پررنگ می‌کند. بر اساس نتایج این پژوهش بقایای علف کش، از مقدار ۶۶ گرم ماده مؤثره در هکتار معادل  $10^{-5} \times 33$  میلی لیتر پندی متالین در کیلوگرم خاک باعث کاهش وزن خشک ساقه گندم و جو شد. در مجموع آسیب به گیاهان زراعی حاضر در تناوب می‌تواند ناشی از بقایای علف کش‌های استفاده شده در فصل‌های زراعی قبلی باشد؛ بسته به این که چه علف کشی و با چه میزان ماندگاری و فعالیت در خاک استفاده شده است؛ حتی لازم است که تا دو فصل زراعی بعدی، گیاهان حساس با احتیاط کشت شوند؛ زیرا علف کش‌های فعال حتی در مقادیر کم هم می‌توانند به زراعت آسیب بزنند.

بر اساس نتایج حاصل از برازش دو گانه داده‌های مربوط به گیاهان زراعی و آزمون حساسیت گندم و جو به بقای علف کش پندی متالین در تمام اندازه گیری‌های مربوط به ریشه و ساقه، همواره گندم از جو حساسیت

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود مقدار پارامتر b که نمایانگر شیب منحنی می‌باشد در گندم ۰/۷۷ است که از مقدار آن در جو که b = ۰/۹۸ است کمتر می‌باشد؛ شدت شیب کاهش در جو نسبت به گندم در شکل (۴) هم به صورت چشمی و گرافیکی قابل مشاهده می‌باشد. وزن خشک ریشه گندم و جو تقریباً در تمام نقاط متناظر در دزهای مختلف پندی متالین با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند. مقادیر ED<sub>50</sub> مربوط به وزن خشک ریشه گندم و جو نیز موید این موضوع می‌باشد به طوری که برای کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک گندم به ۷۲/۹۵ گرم از ماده مؤثره پندی متالین در هکتار نیاز بود اما برای کاهش ۵۰ درصدی در جو ۳۰۳/۱۷ گرم ماده مؤثره لازم بود که نشان از حساسیت بالای ریشه گندم نسبت به جو دارد (جدول ۴).

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش Barzoei *et al.* (2016) درصد تلفات وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی سورگوم با افزایش غلظت تریفلورالین در خاک افزایش یافت. به طوری که در غلظت ۰/۰۴۳ میلی گرم در کیلوگرم خاک، ۵۷ درصد از زیست توده هوایی و ریشه سورگوم کاسته شد و در همین غلظت درصد تلفات به بیش از ۹۵ درصد رسید.

### نتیجه گیری

مدل‌های لگاریتم لجستیک سه و چهار پارامتره به داده‌های وزن خشک برازش داده شدند و بر اساس

بیشتری به بقایای علف کش نشان داد.

رساندند، صمیمانه سپاسگزاری می کنند.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از همکاری سرکار خانم سراوانی کارشناس آزمایشگاه گیاه شناسی، آقای دکتر جعفرزاده کارشناسی آزمایشگاه زراعت و آقای دکتر مهدی زارعی مدیر مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس، که در انجام این تحقیق به ما یاری

### تضاد منافع

بدین وسیله نویسندگان تصریح می نمایند که هیچ گونه تعارض منافی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

### سهم نویسندگان

اسامی نویسندگان بر اساس ترتیب نام آن ها در مصوبه پروپوزال آورده شده است.

## References

- Barzoei, M., Izadi-Darbandi, E., Rashed Mohassel, M. H., Rastgoo, M. and Hassanzadeh Khaiat, M. H. (2012). *Evaluation of sensitivity of some crops to trifluralin residue in soil*. 5<sup>th</sup> Iranian Weed Congress, Karaj, Iran.
- Barzoei, M., Izadi-Darbandi, E., Rashed Mohassel, M., Rastgoo, M. and Hassanzadeh, M. (2016). Evaluation of some pulses and other crops sensitivity to Metribuzin simulated soil residue. *Journal of Plant Protection*, 30(2), 177-180. [In Farsi]
- Demczuk, A., Sacała, E. and Grzys, E. (2004). Changes in the activity of the acetyl lactate (ALS) under the effect of the herbicide Titus at different varieties of cucumber. *Progress in Plant Protection*, 44(1), 645-647.
- Izadi Darbandi, E. and Akram, L. (2013). Investigate the effect of Pyridate, Bentazon and Imazethapyr herbicides on growth, nodulation and biological nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Pulses Research*, 3(1), 105-118. [In Farsi]
- Izadi, E., Rashed Mohasel, M. H. and Zand, E. (2010). Evaluation of crops sensitivity to atrazine soil residual. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(6), 995-1001. [In Farsi]
- Mosavi, M. R. (2008). *Weed control (principles and practices)*. Tehran: Gohar Press. [In Farsi]
- Pestemer, W. and Zwerger, P. (1999). The application of a standardized bioassay to estimate the phytotoxic effects of frequently used herbicides on non-target plants. *Human and Environmental Exposure to Xenobiotics*, 763-770.
- Ritz, C. and Streibig, J. C. (2005). Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12(5), 1-22.
- Sadowski, J. and Kucharski, M. (2004). The impact of agro-meteorological factors to download and phytotoxicity remains of the herbicides contained in the soil. *Progress in Plant Protection*, 44(1), 355-363.
- Sadowski, J., Rola, H. and Kucharski, M. (2002). The use of bioassays to assess the level of herbicides residues in soil. *Progress in Plant Protection*, 42(1), 152-158.
- Seefeldt, S. S., Jensen, J. E. and Furst, E. P. (1995). Log-logistic analysis of dose-response relationships. *Weed Technology*, 9(2), 218-227.
- Sekutowski, T. and Sadowski, J. (2009). Phytotoxikittm microbiotest used in detecting herbicide residue in soil. *Environment Protection Engineering*, 35(1), 105-110.
- Zand, E. and Baghestani, M. A. (2002). *Weed herbicides resistance*. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad Publications.

Zand, E., Mousavi, S. K. and Heidari, A. (2010). *Herbicides and their application*. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad Publications.



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)