



مطالعه جذب سطحی ایمیداکلوپراید و برازش آن با مدل تقسیم خطی

محسن آلودری¹ و محسن فرحبخش²

1- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
تهران

2- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده (Mohsen_aloodari@yahoo.com)

چکیده

با توجه به مصرف بی‌رویه ایمیداکلوپراید در خاک‌های زراعی کشور، شناسایی رفتار ایمیداکلوپراید در محیط زیست، نیازمند مطالعه رفتار آن در خاک می‌باشد. جذب سطحی ایمیداکلوپراید در خاک، از مهم‌ترین عوامل موثر بر رفتار این حشره‌کش در محیط زیست می‌باشد. در این مطالعه رفتار جذبی ایمیداکلوپراید به عنوان تابعی از ویژگی‌های خاک، در شش خاک متفاوت از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، مورد بررسی قرار گرفت. برازش معادله همدمای تقسیم خطی بر داده‌های جذب سطحی ایمیداکلوپراید در تمام خاک‌ها به جز یک خاک ($R^2 > 0/868$) همبستگی بسیار بالایی دارد ($R^2 > 0/944$) و با این معادله به طور رضایت بخشی توصیف می‌شوند.

کلمات کلیدی: ایمیداکلوپراید، ماده آلی، مدل تقسیم خطی و همدمای جذب

مقدمه

امروزه بحث‌های زیادی در مورد مزایا و معایب مصرف آفت‌کش‌ها وجود دارد. مهم‌ترین خطرات آفت‌کش‌ها را می‌توان اثرات سوء آن‌ها بر محیط زیست، سلامتی انسان، حیات وحش، گیاهان و موجودات مفید دانست. وجود آفت‌کش‌ها در مقادیر متفاوت در آب‌های سطحی و زیرزمینی کشورمان نیز گزارش شده است (زند مقدم، 1380). با توجه به مصرف بی‌رویه و رو به افزایش حشره‌کش ایمیداکلوپراید به عنوان یک حشره‌کش عمومی در خاک‌های زراعی کشور و نبود اطلاعات کافی در مورد سرنوشت آن در خاک و قابلیت بالای آن در آلوده‌سازی منابع آبی شایسته است مطالعات دقیقی در رابطه با سرنوشت ایمیداکلوپراید در خاک و امکان آلوده‌سازی آب‌های سطحی و زیرزمینی توسط این حشره-کش صورت پذیرد. در این رابطه مطالعه همدمای جذب سطحی این حشره‌کش در خاک، اطلاعات سودمندی را در مورد تاثیر ویژگی‌های خاک بر سرنوشت ایمیداکلوپراید می‌تواند در اختیار ما قرار دهد. از آنجاییکه تا کنون در کشور مطالعه‌ای در خصوص رفتار جذبی این حشره‌کش در خاک صورت نگرفته است، در این تحقیق با توجه به مسایل فوق، رفتار جذبی ایمیداکلوپراید در خاک‌های شمال کشور با استفاده از معادله مدل تقسیم خطی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روشها

الف) انتخاب نمونه‌های خاک و اندازه‌گیری‌های مقدماتی

تعداد شش نمونه خاک سطحی (0-0/25 m) به صورت مرکب از خاک‌های تحت کشت یا با سابقه کشت برنج و پنبه از استان‌های شمال کشور انتخاب گردید. آزمایشات فیزیکوشیمیایی و اندازه‌گیری مساحت سطح ویژه به روش اتیلن گلیکول مونو اتیل اتر (EGME) بر روی خاک‌ها انجام گرفت. برای بدست آوردن طول موج قرائت برای نمونه‌ها از



محلول‌های استاندارد استفاده شد و طول موج 270 نانومتر برای ایمیداکلوپرید بدست آمد. علاوه بر این احتمال جذب آفت کش ایمیداکلوپرید در ظروف مورد استفاده در آزمایش‌های همدمای جذب مورد بررسی قرار گرفت.

ب) آزمایش تعیین زمان تعادل

برای پی بردن به مدت زمان لازم برای به تعادل رسیدن جذب سطحی ایمیداکلوپرید در خاک‌های مورد بررسی، 25 میلی لیتر از محلول دو میلی گرم در لیتر ایمیداکلوپرید (تهیه شده در کلسیم کلراید 0/01 مولار) با پنج گرم از خاک شماره سه (که در بین خاک‌های مورد بررسی دارای مقدار متوسط رس و ماده آلی بود)، در تکان دهنده رفت و برگشتی و در دمای ثابت $25 \pm 0/2$ درجه سانتی گراد تکان داده و پس از گذشت زمان‌های 0، 1، 2، 4، 8، 16، 24، 32 و 40 ساعت در 6000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس غلظت ایمیداکلوپرید در محلول صاف شده، با دستگاه اسپکترومتر مرئی - فرابنفش قرائت گردید.

ج) آزمایش تعیین جذب سطحی ایمیداکلوپرید در خاک (همدمای جذب)

از هر نمونه پنج گرم خاک هوا خشک را در دو تکرار توزین گردید و در لوله سانتریفیوژ 50 میلی لیتری ریخته شد. 25 میلی لیتر از محلول ایمیداکلوپرید تهیه شده در غلظت‌های 0/25، 0/5، 1، 1/5 و 2 میلی گرم در لیتر کلسیم کلراید 0/01 مولار در لوله‌های سانتریفیوژ اضافه گردید. برای رسیدن به حالت تعادل، نمونه‌ها به مدت 24 ساعت در تکان دهنده رفت و برگشتی و در دمای ثابت $25 \pm 0/2$ درجه سانتی گراد تکان داده شدند و بعد از آن به مدت 15 دقیقه در 6000 دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. محلول رویی با عبور از فیلتر نایلونی 0/45 میکرومتری صاف شد. در نهایت غلظت ایمیداکلوپرید در محلول صاف شده، با دستگاه اسپکترومتر مرئی - فرابنفش قرائت گردید و مقدار جذب با استفاده از رابطه 1 محاسبه گردید.

$$C_s = \frac{V_l(C_{in} - C_{eq})}{m_s} \quad (1)$$

که در این رابطه C_s مقدار آفت کش جذب شده در خاک (mg kg^{-1})، V_l حجم محلول ایمیداکلوپرید اضافه شده به خاک (L)، C_{in} غلظت اولیه ایمیداکلوپرید اضافه شده به خاک (mg L^{-1})، C_{eq} غلظت تعادلی ایمیداکلوپرید در محلول خاک (mg L^{-1}) و m_s وزن خاک (kg) می‌باشند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزارهای سیگما پلات 11 و استات گراف 5 و اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول 1 آورده شده است که بیانگر تنوع خاکها از نظر ویژگی‌های کلی و مؤثر در جذب سطحی آفت کش‌ها در خاک از قبیل مقدار رس و ماده آلی می‌باشد.

جدول 1- برخی از ویژگی‌های خاک‌های مورد استفاده

Soil	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH	OC (%)	¹ SSA (m^2g^{-1})	CEC ($\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$)	² Eq. CaCO ₃ (%)	³ Ac. CaCO ₃ (%)
S1	10/4	64	25/6	7/10	0/90	31/05	9/16	10/80	7/00
S2	2	34	64	7/38	1/82	54/83	22/99	6/90	2/10
S3	6	42	52	7/88	1/21	44/36	24/07	0/58	0/30
S4	10	50	40	7/67	2/00	34/02	20/99	18/26	11/30
S5	32	38	30	7/50	3/45	27/25	30/32	1/18	1/00
S6	74	14	12	6/50	1/73	11/00	13/24	0/50	0/20

1- مساحت سطح ویژه، 2- کربنات کلسیم معادل، 3- کربنات کلسیم فعال



نتایج آزمایش تعیین زمان تعادل و احتمال جذب ایمیداکلوپرید در ظروف مورد استفاده

زمان لازم برای به تعادل رسیدن ایمیداکلوپرید در خاک شماره 3 حدود هشت ساعت به دست آمد. برای حصول اطمینان از به تعادل رسیدن ایمیداکلوپرید با خاک در همه نمونه‌ها، زمان تعادل 24 ساعت در آزمایش‌های همدمای جذب در نظر گرفته شد. این مدت زمان برای رسیدن به حالت تعادل کافی اما برای تجزیه زیستی آفت‌کش ناکافی می‌باشد (Sarkar, 2001) در نتیجه در این زمان ایمیداکلوپرید تحت تاثیر تجزیه زیستی قرار نمی‌گیرد. نتایج نشان داد که هیچ‌گونه جذبی بر روی دیواره ظروف انجام نشده است.

نتایج آزمایش تعیین زمان تعادل و احتمال جذب ایمیداکلوپرید در ظروف مورد استفاده

زمان لازم برای به تعادل رسیدن ایمیداکلوپرید در خاک شماره 3 حدود هشت ساعت به دست آمد. برای حصول اطمینان از به تعادل رسیدن ایمیداکلوپرید با خاک در همه نمونه‌ها، زمان تعادل 24 ساعت در آزمایش‌های همدمای جذب در نظر گرفته شد. این مدت زمان برای رسیدن به حالت تعادل کافی اما برای تجزیه زیستی آفت‌کش ناکافی می‌باشد (Sarkar, 2001) در نتیجه در این زمان ایمیداکلوپرید تحت تاثیر تجزیه زیستی قرار نمی‌گیرد. نتایج نشان داد که هیچ‌گونه جذبی بر روی دیواره ظروف انجام نشده است.

برازش معادله همدمای تقسیم خطی با داده‌های جذب سطحی

جذب سطحی ترکیبات آلی آبگریز یا غیر قطبی اغلب به صورت همدمای نوع C مشخص می‌شود. این نوع رفتار به صورت تقسیم خطی یا تقسیم ثابت بیان می‌شود. مدل تقسیم خطی به صورت معادله 2 بیان می‌شود:

$$C_s = K_d C_{eq} \quad (2)$$

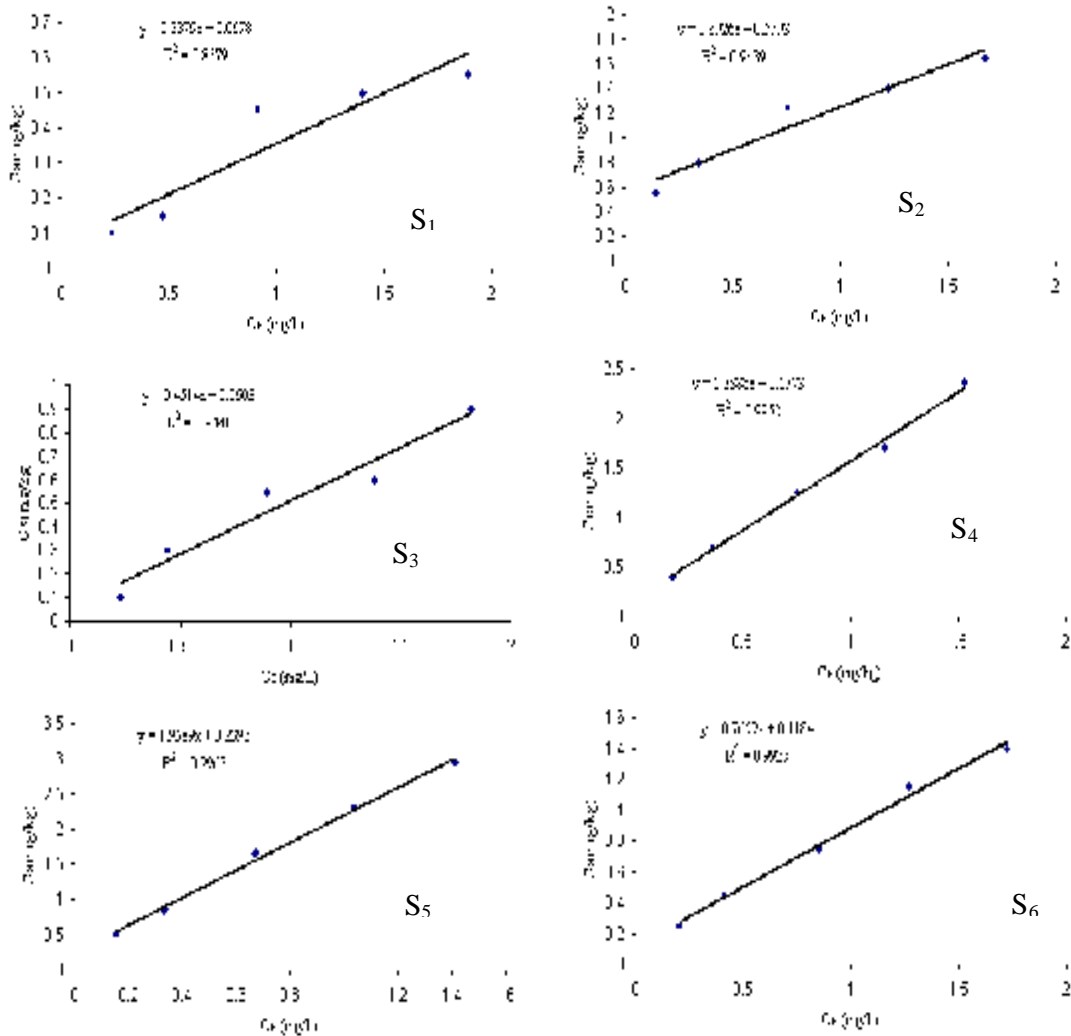
که در این معادله C_s مقدار آفت‌کش جذب شده در خاک (mg Kg^{-1})، C_{eq} غلظت تعادلی آفت‌کش در محلول خاک (mg L^{-1}) و K_d ضریب توزیع یا تقسیم آفت‌کش در خاک (L Kg^{-1}) می‌باشد.

نمودارهای بدست آمده از برازش معادله ایزوترم خطی بر داده‌های جذب سطحی در خاک‌های مورد مطالعه در شکل 1 آمده است. اگر از برازش معادله ایزوترم خطی با داده‌های جذب سطحی ایمیداکلوپرید در خاک‌های مورد مطالعه، یک خط راست بدست آید، می‌توان نتیجه گرفت که این مدل بر همدمای جذب سطحی ایمیداکلوپرید در آن خاک مطابقت دارد. همان طوریکه شکل‌های 1 نشان می‌دهند، برازش معادله همدمای خطی بر داده‌های جذب سطحی ایمیداکلوپرید در تمام خاک‌ها به جز خاک S1 ($R^2 > 0/868$) همبستگی بسیار بالایی دارد ($R^2 > 0/944$) و با این معادله به طور رضایت بخشی توصیف می‌شوند. ضریب تقسیم معادله ایزوترم خطی خاک‌های مورد مطالعه در جدول 2 آمده است. همان طور که در جدول 2 مشاهده می‌شود مقادیر ضریب تقسیم (K_d) در دامنه 0/29 تا 1/96 قرار دارند. کمترین مقدار K_d مربوط به خاک S1 با کمترین مقدار کربن آلی و بیشترین مقدار مربوط به خاک S5 با بیشترین مقدار کربن آلی می‌باشد. ایزوترم خطی می‌تواند به عنوان یک معادله تقسیم در نظر گرفته شود یعنی اینکه ترکیب بین دو حلال توزیع می‌شود. بنابراین جذب سطحی ایمیداکلوپرید در خاک‌های مورد مطالعه ممکن است به صورت تقسیم آن بین خاک و فاز محلول باشد که به موجب آن مولکول‌های ایمیداکلوپرید بین فاز مشترک و فاز توده محلول بدون هیچ پیوند خاصی بین سطوح جذب کننده و مولکول‌های ایمیداکلوپرید توزیع یا تقسیم شوند. گنزالس پاراداس و همکاران (2002) مکانیسم تقسیم را برای ایمیداکلوپرید در خاک گزارش کردند. آنها همچنین گزارش کردند که همبستگی معنی‌داری بین K_d با کربن آلی خاک و مقدار رس وجود دارد.



جدول 2- ضریب تقسیم معادله همدمای تقسیم خطی

ضرایب خاک	S1	S2	S3	S4	S5	S6
K_d	0/29	1/39	0/45	0/69	1/96	0/77
R^2	0/868	0/995	0/944	0/944	0/996	0/994
K_{oc}	31/99	76/31	37/31	34/63	56/78	44/27



شکل 1- برازش معادله همدمای تقسیم خطی با داده‌های جذب سطحی در خاک‌های S1, S2, S3, S4, S5 و S6

منابع

زند مقدم ا، کلانتری ا، محمد پور، ه و جعفر زاده، ن ا، 1380. اندازه‌گیری برخی آفت‌کش‌های کلره در آب رودخانه‌ی کارون توسط روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا. مجله علمی پزشکی، شماره 33.

Sarkar M, Roy S, Kole R and Chowdhury A, 2001. Persistence and metabolism of imidacloprid in different soils of West Bengal. Pest Manag. Sci. 57:598-602.



دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران

تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390

(شیمی و آلودگی خاک و سلامت محیط زیست)

Gonzalez-Pradas E, Urena-Amate M D, Flores-Céspedes F, Fernandez-Perez M, Garratt J and Wilkins R, 2002. Leaching of Imidacloprid and Procymidone in a Greenhouse of Southeast of Spain. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 1821-1828.