بسم الله الرحمن الرحيم

سرشناسه: احمد غلامعلی‌زاده‌آهنگر
عنوان و پدیدآور: سرنوشت آفت‌کش‌ها در محیط زیست با تکیه بر آلودگی منابع آب و خاک،

غلامعلی‌زاده‌آهنگر، احمد، مولف، ۱۳۴۶.

مشخصات نشر: ارسطو. مشهد
تعداد صفحات: ۱۸۴ صفحه
موضوع: آفت‌کش‌ها – محیط زیست – آب و خاک - آلودگی - خاک
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
شابک : ۰-۶-۹۰۷۰۳-۹۶۴-۹۷۸
رده‌بندی دیویی: ۴ ن ۳ ص / ۳۸۵
رده بندی کنگره : ۵۶۸۷۵۶ کتابخانه ملی ایران ۳۲۴

نام کتاب: سرنوشت آفت‌کش‌ها در محیط زیست با تکیه بر آلودگی منابع آب و خاک
مولف: احمد غلامعلی‌زاده‌آهنگر
ناشر: ارسطو (با همکاری سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران) – دانشگاه زابل
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد: حسین رمضان‌پور
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول – ۱۳۹۲
چاپ: مدیران
قیمت: ۶۵۰۰ تومان
شابک: ۰-۶-۹۰۷۰۳-۹۶۴-۹۷۸
تلفن مرکز پخش: ۰۵۱۱-۵۰۹۶۱۴۶-۵۰۹۶۱۴۵

سرنوشت آفت‌کش‌ها در محیط زیست با تکیه بر آلودگی منابع آب و خاک

تالیف:

دکتر احمد غلامعلی‌زاده‌آهنگر

استادیار دانشگاه زابل

پیشگفتار

با پیشرفت تمدن بشری و توسعه فن‌آوری و ازدیاد روز افزون جمعیت، در حال حاضر دنیا با مشکلی به نام آلودگی محیط زیست روبرو شده به نحوی که موجودیت بشر در معرض تهدید قرار گرفته است. آلودگی‌های زیست محیطی یکی از جدی‌ترین چالش‌های جامعه انسانی قرن بیست‌ویکم می‌باشد بطوری که در هر کشور حفاظت محیط زیست مورد توجه جدی دولتمردان است. آلودگی محیط زیست دربردارنده‌ی مسائل مختلفی هست که از جمله می‌توان به آلودگی آب، خاک و هوا، گرم شدن کره‌ی زمین، بالا آمدن سطح آب دریاها اشاره نمود.

خطر آلودگی خاک کمتر از خطر آلودگی هوا نیست اما از آنجایی که این آلودگی ملموس نیست کمتر به آن توجه می‌شود. هرگاه در اثر فعالیت‌های انسان خاک شرایطی پیدا کند که دیگر نتوان از آن به بهترین حالت بهره‌برداری کرد در این حالت خاک آلوده شده است. در بین آلودگی‌هایی که محیط‌زیست را تهدید می‌کند آلودگی خاک به دلیل فراگیری اثرات زیان باری که هم برای محیط‌زیست و هم برای انسان دارد مهم‌ترین نوع آلودگی محسوب می‌شود. اما از طرفی نیز توسعه و گسترش جوامع بشری بدون استفاده از مواد شیمیایی امکانپذیر نمی‌باشد. استفاده بیش از حد سموم و کودهای کشاورزی، آنتی‌بیوتیک‌ها و هورمون‌ها در دام و آبیاری مزارع با فاضلاب‌های آلوده از عوامل کشاورزی مؤثر در آلودگی خاک هستند. آفت‌کش‌ها از راه‌های مختلفی وارد خاک می‌شوند که عبارتند از: از طریق کاربرد مستقیم آنها در خاک از طریق سمپاشی و برگشت مستقیم ذرات سموم معلق در هوا به زمین؛ سموم جذب شده در سطح ذرات خاک معلق در هوا و نشست آنها بر زمین و بقایای نباتی که به خاک اضافه می‌شوند و سموم جذب شده به وسیله موجودات زنده خاک است. در برخی از موارد این سموم به راحتی تجزیه نمی‌شوند و برای سالیان دراز در خاک باقی می‌مانند. لزوم نگرش صحیح به موضوع آلودگی محیط زیست از جمله خاک یک الزام در امر توسعه کشور عزیزمان محسوب می گردد بطوریکه نیاز های نسل حاضر بدون از بین رفتن توان محیط زیست در پاسخگویی به نیازهای نسل آینده تامین گردد.

بر خود لازم می دانم از جناب آقای مهندس حسین رمضان‌پور و جناب آقای مهندس حسین کیخسروی که زحمات زیادی در امر ویرایش کتاب متحمل شده‌اند تشکر و سپاسگزاری نمایم.

فهرست

کلیات..... ۱

فصل اول : محلولیت (s)..... ۵

مقدمه..... ۵

تعریف..... ۵

فاکتورهای تاثیر گذار بر انحلال پذیری..... ۶

قطبیت..... ۶

پیوند هیدروژنی..... ۸

اندازه مولکول..... ۸

دما..... ۹

pH..... ۹

تقارن..... ۹

تعیین محلولیت..... ۹

برآورد..... ۱۰

مقایسه مقادیر محلولیت..... ۱۲

اهمیت میزان محلولیت در سرنوشت مواد شیمیایی در محیط..... ۱۳

منابع..... ۱۵

فصل دوم: ضریب پخشیدگی اکتانول/ آب (K_{ow})..... ۱۶

مقدمه..... ۱۶

تعریف..... ۱۶

عوامل تاثیر گذار بر ضریب پخشیدگی..... ۱۶

قطبیت..... ۱۶

فاکتورهای فیزیکی..... ۱۶

تعیین ضریب پخشیدگی..... ۱۷

برآورد..... ۱۷

روش ها..... ۱۸

مقایسه مقادیر ضریب پخشیدگی ۱۹
اهمیت محیطی ۲۱
منابع ۲۲
فصل سوم: هیدرولیز ۲۳
مقدمه ۲۳
تعریف ۲۳
فاکتورهای تاثیر گذار بر هیدرولیز ۲۵
جانشینی ۲۵
دما ۲۶
pH ۲۶
تعیین نیمه عمر هیدرولیز ۲۶
برآورد ۲۷
مقایسه نیمه عمر هیدرولیز ۲۹
سمیت محیطی ۳۰
منابع ۳۱
فصل چهارم: ضریب جذب سطحی خاک (K_{oc}/K_d) ۳۲
مقدمه ۳۲
تعریف ۳۲
عوامل تاثیر گذار بر ضریب جذب سطحی خاک ۳۳
مقدار کربن آلی ۳۳
قطبیت ۳۳
pH ۳۴
شوری ۳۵
مواد آلی در محلول ۳۵
ساختمان مواد آلی ۳۵
تعیین K_{oc} و K_d ۳۶
برآورد ۳۶
روش های برآورد ۳۶

مقایسه مقادیر جذب سطحی خاک..... ۳۸
اهمیت محیطی..... ۳۸
منابع..... ۴۰
فصل پنجم: فاکتور تراکم زیستی (BCF) ۴۱
مقدمه..... ۴۱
تعریف..... ۴۲
عوامل تاثیر گذار بر فاکتور تراکم زیستی..... ۴۲
قطبیت..... ۴۲
محلولیت..... ۴۲
مقدار چربی..... ۴۳
متابولیسم..... ۴۳
زیستگاه..... ۴۴
تعیین فاکتور تراکم زیستی..... ۴۴
برآورد..... ۴۴
مقایسه مقدار BCF..... ۴۶
اهمیت محیطی..... ۴۷
منابع..... ۴۸
فصل ششم: فشار بخار (P_{vp}) ۴۹
مقدمه..... ۴۹
تعریف..... ۴۹
فاکتورهای تاثیرگذار بر فشار بخار..... ۵۰
تعیین فشار بخار..... ۵۰
برآورد..... ۵۰
مقایسه فشار بخار های گوناگون..... ۵۲
اهمیت محیطی..... ۵۳
منابع..... ۵۴
فصل هفتم: ثابت قانون هنری (H') ۵۵

مقدمه..... ۵۵
تعریف..... ۵۵
فاکتورهای تاثیرگذار بر ثابت قانون هنری..... ۵۶
تعیین ثابت قانون هنری..... ۵۶
برآورد..... ۵۶
مقایسه ثابت های قانون هنری ۵۷
اهمیت محیطی..... ۵۷
منابع..... ۵۹
فصل هشتم :تبخیر..... ۶۰
مقدمه ۶۰
تعریف..... ۶۰
فاکتورهای تاثیرگذار بر تبخیر..... ۶۱
باد..... ۶۱
عوارض زمین/ واکشی..... ۶۱
دما..... ۶۱
خصوصیات شیمیایی..... ۶۱
محلولیت..... ۶۲
خاک..... ۶۲
خصوصیات مولکولی ۶۲
غلظت..... ۶۲
فشار بخار..... ۶۳
تعیین سرعت تبخیر..... ۶۳
برآورد..... ۶۳
مقایسه‌ی سرعت تبخیر ۶۳
اهمیت محیطی ۶۴
منابع..... ۶۵
فصل نهم: فتولیز..... ۶۶

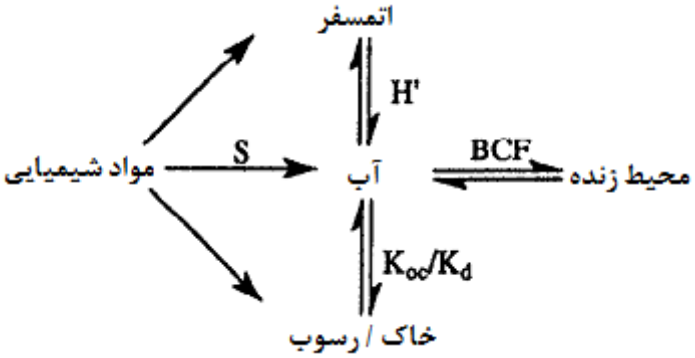
مقدمه..... ۶۶
تعریف..... ۶۶
فاکتور های تاثیرگذار بر فتولیز ۶۹
اوقات روز..... ۶۹
هوا..... ۶۹
حضور رادیکال‌ها..... ۶۹
ذرات ریز..... ۶۹
عمق آب..... ۷۰
تعیین سرعت واکنش‌های فتوشیمیایی..... ۷۰
مقایسه مقدار..... ۷۰
اهمیت محیطی..... ۷۱
منابع..... ۷۲
فصل دهم: متابولیسم میکروبی..... ۷۳
مقدمه..... ۷۳
تعریف..... ۷۳
چگونگی عمل میکروب ها..... ۷۶
واکنش‌ها..... ۷۶
فاکتورهای تاثیرگذار بر مقدار..... ۷۸
عمق آب..... ۷۸
تحرک..... ۷۹
متابولیسم اولیه / ثانویه..... ۷۹
آفت کش..... ۸۰
غلظت..... ۸۰
شرایط..... ۸۰
تعیین متابولیسم میکروبی..... ۸۰
مقایسه مقدار..... ۸۱
اهمیت محیطی..... ۸۱
پیوست: نیمه عمر ($t_{1/2}$)..... ۸۳

منابع..... ۸۴
فصل یازدهم: درک پایداری و تحرک آفت کش جهت حفاظت از آب های زیرزمینی وسطحی..... ۸۵
توزیع اولیه..... ۸۶
پایداری..... ۸۷
تحرک..... ۸۹
خلاصه..... ۹۵
منابع..... ۹۷
فصل دوازدهم: بهترین شیوه های مدیریتی برای حفظ منابع آبی از خطرات آلودگی آفت کش های زراعی..... ۹۸
فاکتور های موثر بر وضعیت آفت کش بعد از مصرف..... ۹۸
جذب سطحی..... ۹۹
انتقال..... ۹۹
تجزیه..... ۹۹
تخمین خطر آلودگی آب نسبت به آفت کش..... ۱۰۲
بهترین شیوه های مدیریتی برای حفظ منابع آبی از خطر آلودگی..... ۱۰۳
مدیریت از بین بردن آفات..... ۱۰۳
جلوگیری کردن از نشت..... ۱۰۳
درنظر گرفتن هوا و برنامه های آبیاری..... ۱۰۴
استفاده از آفت کش و ذخیره سازی..... ۱۰۴
انتقال آفت کش و باقی مانده مواد شیمیایی، بدون خطر..... ۱۰۴
گذاشتن مناطق ضربه گیر در اطراف نواحی حساس..... ۱۰۴
کاهش سم پاشی به محصولاتی که هدف نیستند..... ۱۰۴
تجهیزات کاربردی..... ۱۰۴
خلاصه..... ۱۰۵
منابع..... ۱۰۶

پیوست: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آفت کش های رایج درکشور.....۱۰۷

منابع.....۱۷۳

کلیات : سرنوشت آفت‌کش‌ها



مقدمه

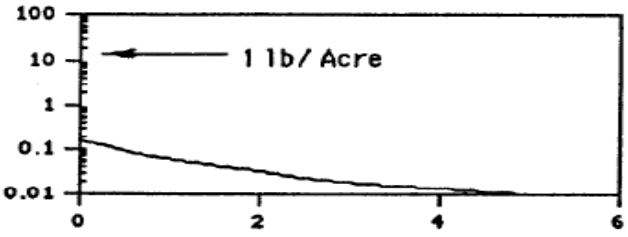
وقتی آفت‌کش‌ها در محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد این مواد در بین چهار بخش اصلی آب، هوا خاک و محیط زنده (موجودات زنده) پخش می‌گردند. قسمتی از مواد شیمیایی که به هر بخش وارد می‌شود به وسیله‌ی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آفت کش کنترل می‌گردد. مثلا BCF (فاکتور تراکم زیستی) که با اندازه‌گیری مقدار آفت‌کش تجمع یافته در جانداران آبزی اندازه‌گیری می‌شود. این خصوصیات و رابطه آنها با بخش های محیطی در شکل بالای صفحه به تصویر کشیده شده است. اغلب بخش‌ها با تصویری شروع می‌شود که برای کمک به درک بهتر عنوان بوسیله خواننده طرح گردیده است.

مفهوم کلی

هنگامی که آفت‌کش در مزرعه استفاده می‌گردد مقداری در محیط پراکنده می‌گردد. برای مثال پاراتیون[1] یک پوند در هر ایکر به صورت هوایی به کار می‌رود (حدود ۱۵ mg/cm^2). مقدار آفت کشی که مستقیما بر روی برگ‌ها پیدا شده کمی بیشتر از ۰/۱ mg/cm^2 بعد از استعمال بوده است. بدین معنی که در حدود ۹۸ درصد آفت کش به برگ نمی رسد. مقدار تشخیص داده نشده آفت‌کش که حدود ۹۸درصد است به جای دیگری در محیط (زیست) رفته و اغلب در بخش‌های خاک و هوا پخش گردیده است. شکل بعدی نشان می‌دهد که در طول شش روز مقدار پاراتیون بر روی برگ به طور آهسته به مقدار غیر قابل تخمینی کاهش می‌یابد.حدود ۹۸درصد است به جای دیگری در محیط (زیست) رفته و اغلب در بخش های خاک

1. Parathion

و هوا پخش گردیده است. شکل ۱ نشان می‌دهد که در طول شش روز مقدار پاراتیون بر روی برگ به طور آهسته به مقدار غیر قابل تخمینی کاهش می‌یابد.



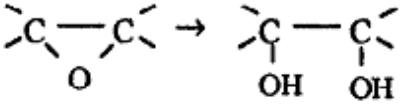
شکل ۱

شیمیایی ناپدید نمی‌شوند. پاراتیون در تمام محیط پخش گردیده و همچنین معدنی شده و به صورت CO_2، H_2O و فسفات‌ها در می‌آید. اگر مکان کاربرد آفت‌کش در جهت تشخیص محصولات جنبی حاصل از تجزیه پاراتیون مورد آزمایش قرار گیرد با گذشت زمان بعد از کاربرد آفت‌کش مقادیر بیشتری از آن مورد تشخیص خواهد بود. رفتار همه‌ی آفت‌کش‌ها مشابه نیست اما این مثالی برای توصیف سرعت پخش و تجزیه‌ی آفت‌کش‌ها در محیط است.

آفت‌کش‌ها توسط فرآیندهای فیزیکی مثل رسوبگذاری، جذب و تبخیر در محیط پخش می‌گردند و با فرآیندهای بیولوژیکی و یا شیمیایی تجزیه می‌شوند. اساسا فرآیندهای شیمیایی در آب یا هوا و در اثر یکی از چهار واکنش اکسیداسیون، احیاء هیدرولیز و فتولیز رخ می‌دهند. فرآیندهای بیولوژیکی درون خاک و موجودات زنده از اکسیداسیون، احیاء، هیدرولیز و مزدوج شدن[1] برای تجزیه‌ی مواد شیمیایی استفاده می‌کنند. فرآیند تجزیه عمدتا توسط بخش‌هایی (آب، خاک، اتمسفر و محیط زنده) که آفت‌کش در آن ها پخش می‌گردد کنترل می‌شود و این پراکندگی نیز به نوبه خود توسط فرآیندهای فیزیکی که قبلا نام برده شده کنترل می‌گردد. شکل ۲ نشان دهنده‌ی مثال‌هایی از انواع مختلف واکنش‌هایی که در فرآیند تجزیه رخ می‌دهد است. احیاء، هیدرولیز، اکسیداسیون و مزدوج شدن در بخش‌های متناسب با خود مورد بحث قرار خواهند گرفت.

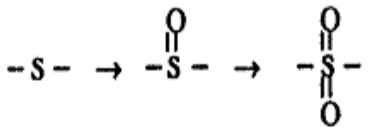
1. conjugation

احیاء	واکنش
Nitro	$-NO_2 \rightarrow -NH_2$
Aliphatic Cl	$\geq C-Cl \rightarrow \geq C-H$
Carbonyl	$\geq C=O \rightarrow \geq C-OH$

هیدرولیز	
Epoxide	
Carboxylic ester	$-COOR \rightarrow -COOH$
Phosphate ester	$\geq P-OR \rightarrow \geq P-OH$
Amide	$-CONH_2 \rightarrow -COOH$

اکسیداسیون

Sulfoxidation

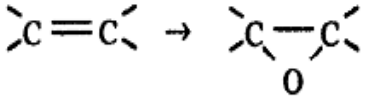


Desulfuration $P=S \rightarrow P=O$

N-dealkylation $>NCH_3 \rightarrow >NCH_2OH \rightarrow >NH$

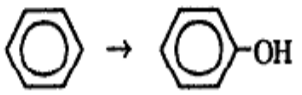
O-dealkylation $-OCH_3 \rightarrow -OH$

Epoxidation



C-hydroxylation $>CH \rightarrow >COH \rightarrow >C=O \rightarrow -COOH$

Benzene ring hyroxylation



مزدوج شدن

methylation (fungi) $\equiv C-OH \rightarrow \equiv C-OCH_3$

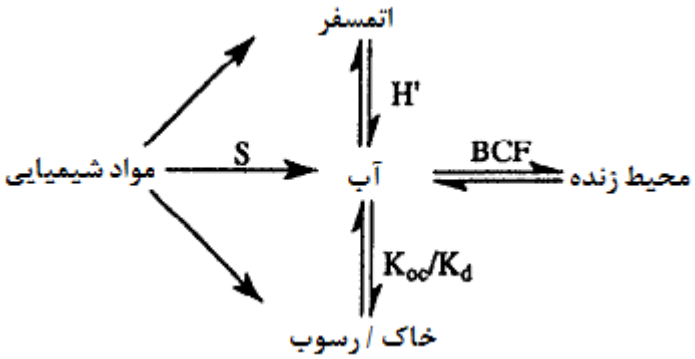
Acetylation (bacteria) $\equiv C-NH_2 \rightarrow \equiv C-NHCOCH_3$

Glucosylation (bacteria) $\equiv C-OH \rightarrow \equiv C-O-Glucose$

شکل ۲

فصل‌های بعد برای بازبینی پراکندگی آفت‌کش‌ها در محیط باید با هم خوانده شوند.

فصل اول : حلالیت (S)



مقدمه

اگر میزان حلالیت ماده شیمیایی مشخص باشد نحوه توزیع ماده مذکور در محیط و هم چنین مسیرهای احتمالی تجزیه آن نیز قابل تعیین است (Chiou et al. 1982, 1983). برای مثال موادی که حلالیت بالایی دارند در آب باقی خواهند ماند و تمایلی به جذب سطحی شدن روی ذرات خاک و موجودات زنده را از خود نشان نمی‌دهند.

تعریف

مقدار مواد شیمیایی که می‌تواند در آب حل شود را حلالیت می‌گویند. عمدتا واحد محلولیت (انحلال پذیری) ppm (قسمت در میلیون) یا همان (میلی گرم در لیتر) mg/L است. همچنین با ppb (قسمت در بیلیون) و µg/L (میکروگرم بر لیتر) نیز بیان می شود. در فرمول ۱-۱ ppm توضیح داده شده است:

$$\text{part per million} = 1\text{ppm} = \frac{1}{1\text{million}} = \frac{1\text{mg}}{1\text{L}} = \frac{1\text{mg}}{1\text{kg}} = \frac{1\text{mg}}{1\times 106\text{mg}}$$

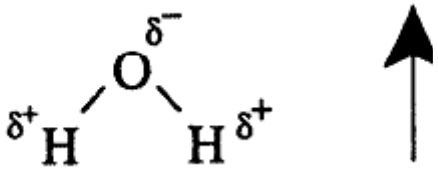
فرمول ۱-۱

فاکتورهای تاثیر گذار بر انحلال پذیری

قطبیت

قطبیت یعنی عدم یکسانی بار در مولکول. از این خصوصیت فیزیکی برای درک مبانی این که توزیع مواد شیمیایی در محیط زیست می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد اعم از تجمع آن در خاک، آب یا موجود زنده استفاده می‌شود.

پیوند هیدروژن و اکسیژن در مولکول آب چون یک طرف آن عمدتا منفی و طرف دیگر آن مثبت است مولکولی قطبی تولید می‌کند. شکل ۱-۱ یک مولکول آب و بار روی اتم های هیدروژن و اکسیژن آن را نشان می‌دهد.



جهت جریان بار
این جریان باعث قطبیت می‌شود

شکل ۱-۱

اکسیژن اتمی الکترونگاتیو است که الکترون را به منظور افزایش پایداری خود جذب می‌کند. هیدروژن به اندازه‌ی اکسیژن الکترونگاتیو نیست بنابراین هیدروژن قسمتی از الکترون خود را (تراکم الکترونی) به اکسیژن می‌دهد. در شکل بالا این موضوع نشان داده شده است. δ^+ یعنی هیدروژن جزئی بار مثبت دارد چون مقداری تراکم الکترونی از دست می‌دهد. δ^- روی اکسیژن یعنی اکسیژن تراکم الکترونی را بدست می‌آورد بنابراین اکسیژن جزئی بار منفی دارد. مقدار عدم یکنواختی توزیع الکترون تعیین کننده‌ی قطبیت مواد شیمیایی است. به دلیل تفاوت در میزان بار الکتریکی، آب مولکولی قطبی است. الکترونگاتیویته‌ی عناصر تعیین کننده میزان قطبیت مولکول‌هاست و همه عناصر الکترونگاتیوی متفاوتی دارند همانطور که در جدول۱-۱ نشان داده شده است.

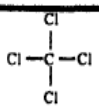
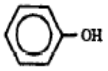
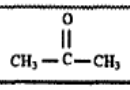
H 2.1																	He 0.0
Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne 0.0
Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar 0.0
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr 0.0
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe 0.0
Cs 0.7	Ba 0.9	La 1.0	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn 0.0
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1															

(Crosby 1993)

جدول ۱-۱

الکترو نگاتیوی جاذبه عناصر را برای الکترون نشان می دهد. مقدار الکترونگاتیوی بین صفرتا چهار است که چهار قوی ترین مقدار است. اگر دو اتم با یکدیگر پیوند دهند مثل O-H در آب، مقدار اختلاف مطلق الکترونگاتیوی آن ۱/۴=۲/۱- ۳/۵ است. هر چه اختلاف بیشتر شود پیوند قطبی تر می گردد. هر گاه اختلاف کمتر از یک شود پیوند غیر قطبی می‌باشد. مثلا اختلاف الکترونگاتیوی در پیوند C-H ۰/۴ (پیوند C-H، ۰/۴=۲/۱- ۲/۵) می‌شود که پیوندی غیر قطبی است. این مدل ساده می‌تواند برای مولکول‌های بزرگ که از پیوندهای زیادی ساخته شده اند قابل تعمیم باشد در حالی که هر پیوند قطبیت خودش را اعمال می‌کند، قطبیت کل مولکول مجموعه‌ای از این قطبیت‌ها است. تلاش برای تجمیع قطبیت پیوندها کار ساده‌ای نیست از این رو گشتاور دو قطبی[1] (μ) برای تخمین قطبیت استفاده می‌شود.گشتاور دو قطبی، بار موجود در مولکول را جداگانه اندازه می‌گیرد که بسیار شبیه قطبیت است. جدول زیر مقایسه بین گشتاورهای دو قطبی بعضی حلال‌های آلی را با محلولیت‌های متفاوت نشان می‌دهد.

1. dipolemoment

Chemical	Chemical Formula	Water Solubility mg/L	Dipole Moment
Carbon tetrachloride		800	0
Benzene		1780	0
Phenol		82000	1.45
Acetone		completely soluble	2.88

(Lyman 1990)

جدول ۱-۲

می‌توان از مقادیر ذکر شده در جدول۱-۲ به این نتیجه رسید که تمایل برای حلالیت در مواد شیمیایی قطبی (گشتاور دو قطبی بالا) وجود دارد در حالی که مولکول‌های غیر قطبی تمایل به پخشیدگی در محیط غیر قطبی مانند موجودات زنده و خاک نشان می‌دهند که این مواد از مولکول‌هایی با پیوند C-H که غیر قطبی اند ساخته شده اند. رابطه ی بین گشتاور دو قطبی و محلولیت رابطه‌ی دقیقی نیست ولی برآورد مناسبی به دست می‌دهد.

پیوند هیدروژنی

این اصطلاح برای پیوند خیلی قوی که بین مولکول حاوی هیدروژن و یک مولکول با الکترونگاتیوی بیشتر مثل نیتروژن اکسیژن و یا فلوئور استفاده می‌شود. این پیوند می‌تواند مولکول‌هایی با قطبیت پایین و محلول ایجاد کند زیرا با آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد. وقتی مولکول بزرگتر می‌شود نیرو اهمیت کمتری پیدا می‌کند.

اندازه مولکول

مولکول‌هایی با قطبیت یکسان اما اندازه متفاوت محلولیت یکسانی ندارند. هر چه اندازه مولکول افزایش یابد محلولیت کاهش می‌یابد.

دما

محلولیت در آب تابع دماست. هر چه دما افزایش یابد اغلب مواد شیمیایی محلول‌تر می‌شوند.

pH

با افزایش pH محلولیت برخی مواد شیمیایی تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. آنهایی که عمدتا تحت تاثیر قرار می‌گیرند حاوی گروه های اسیدی‌ا ند که قطبیتشان در pH متفاوت تغییر می‌کند (Kah and Brown 2006).

تقارن

به عنوان یک قانون کلی هر چه تقارن مولکول بیشتر شده حلالیت آن کمتر می‌شود.

تعیین محلولیت

روش تعیین محلولیت در آب روش نسبتا دقیقی است. ماده شیمیایی در آب تا زمانی که به اشباع برسد حل می‌شود که در این نقطه مواد شیمیایی بیشتری قادر به حل شدن نخواهد بود. دما ثابت نگه داشته می‌شود چون تغییر کوچکی در دما روی محلولیت تاثیر می‌گذارد. ماده شیمیایی اضافی را توسط صافی خارج کرده و با اندازه گیری غلظت ماده مذکور محلولیت آن در آب تعیین می‌شود.