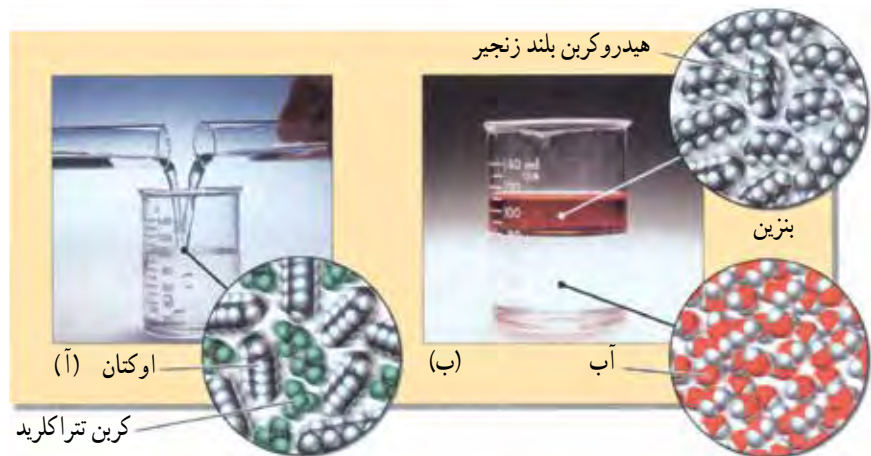


جدول ۳ - بررسی انحلال از دیدگاه مولکولی

جاذبه‌های حلال - حلال و حل شونده - حل شونده	$>$	جاذبه‌های حلال با حل شونده	انحلال پیش می‌رود و محلول تشکیل می‌شود
جاذبه‌های حلال - حلال و حل شونده - حل شونده	$=$	جاذبه‌های حلال با حل شونده	بسته به $\Delta S$ انحلال ممکن است تا اندازه‌ای پیش برود
جاذبه‌های حلال - حلال و حل شونده - حل شونده	$<$	جاذبه‌های حلال با حل شونده	انحلال رخ نمی‌دهد و محلول تشکیل نمی‌شود
جاذبه‌های حلال - حلال و حل شونده - حل شونده	$\ll$	جاذبه‌های حلال با حل شونده	





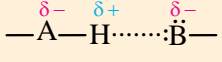
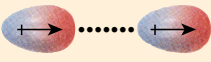
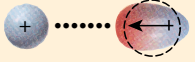
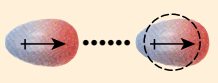

از این گفته‌ها نتیجه می‌گیریم که اگر نیروی بین مولکولی حل شونده و حلال از لحاظ نوع و میزان جاذبه، نزدیک به یکدیگر باشند، انتظار می‌رود که در یکدیگر حل شوند. از این رو می‌توان گفت شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند.



شکل ۶ - (آ) کربن تتراکلرید (با جاذبه‌های بین مولکولی دو قطبی القایی) در اوکتان (با جاذبه‌های بین مولکولی دو قطبی القایی) حل می‌شود. (ب) بنزین (با جاذبه‌های بین مولکولی دو قطبی القایی) در آب (با جاذبه‌های بین مولکولی هیدروژنی) حل نمی‌شود.

در جدول ۴ جاذبه میان ذره‌های سازنده مواد گوناگون با یکدیگر مقایسه شده است.


جدول ۴

نمونه	مدل	اساس جاذبه	انرژی (کیلوژول بر مول)	نیرو
NaCl		کاتیون با آنیون	۴۰۰ - ۴۰۰۰	پیوند یونی
H-H		هسته با الکترون‌های پیوندی	۱۵۰ - ۱۱۰۰	پیوند کووالانسی
Fe		کاتیون با الکترون‌های آزاد	۷۵ - ۱۰۰۰	پیوند فلزی
$\text{Na}^+ \cdots \text{O} \begin{matrix} \text{H} \\ \diagup \\ \text{H} \end{matrix}$		یون با مولکول قطبی	۴۰ - ۶۰۰	یون - دو قطبی
$\delta^- \text{---} \text{A} \text{---} \text{H} \cdots \text{B} \text{---} \delta^-$		پیوند کووالانسی قطبی H با F و O، N	۱۰ - ۴۰	پیوند هیدروژنی
		بارهای دو قطبی	۵ - ۲۵	دو قطبی - دو قطبی
		یون با ابرهای الکترونی قطبش پذیر	۳ - ۱۵	یون - دو قطبی القایی
		دو قطبی با ابرهای الکترونی قطبش پذیر	۲ - ۱۰	دو قطبی - دو قطبی القایی
		ابرهای الکترونی قطبش پذیر	۰/۰۵ - ۴۰	نشری لوندون

با توجه به داده‌های جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت که به‌طور کلی :

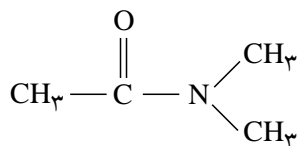
- هیدروکربن‌ها در حلال‌های ناقطبی (مانند  $\text{CCl}_4$  و ...) حل می‌شوند.
- گازهای ناقطبی مانند  $\text{Cl}_2$ ،  $\text{O}_2$ ،  $\text{N}_2$  و ... در هیدروکربن‌ها و حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.
- اغلب نمک‌ها در حلال‌های بسیار قطبی مانند آب حل می‌شوند.
- برخی ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار (الکل‌ها، آلدهیدها، اترها، کتون‌ها، استرها) و ترکیب‌های نیتروژن‌دار (مانند آمین‌ها و آمیدها)، آمینواسیدها و کربوهیدرات‌های ساده در آب حل می‌شوند.
- جدول ۵، انحلال‌پذیری چند ماده را در حلال‌های آب و هگزان نشان می‌دهد.

جدول ۵ - انحلال پذیری چند ماده در آب و هگزان

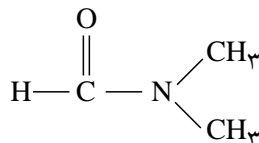
نام و فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان
اوره، $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	+	-
دی اوکسان، $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 	+	+
گلوکز، $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	+	-
نفتالن، $\text{C}_{10}\text{H}_8$	-	+
ویتامین ث، $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	+	-
گلیسرین، $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	+	-
جوش شیرین، $\text{NaHCO}_3$	+	-
کربن دی سولفید، $\text{CS}_2$	-	+
کامفور، $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}$	-	+

پرسش : چرا ترکیب های زیر می توانند اغلب نمک ها را در خود حل کنند؟

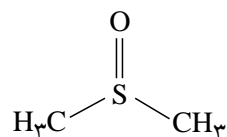
(آ) N,N - دی متیل استامید (DMAC)



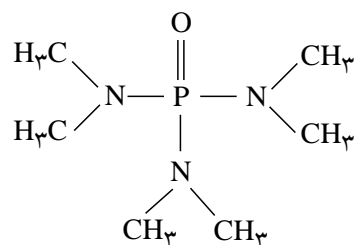
(ب) N,N - دی متیل فرامید (DMF)



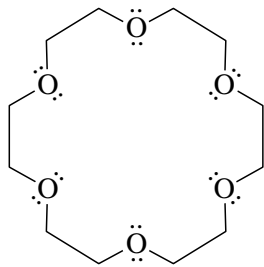
(پ) دی متیل سولفو کسید (DMSO)



(ت) N,N - هگزامتیل فسفرامید (HMPA)

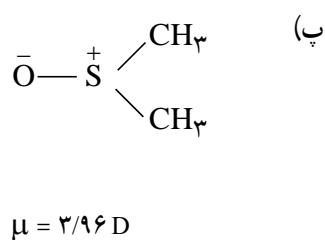
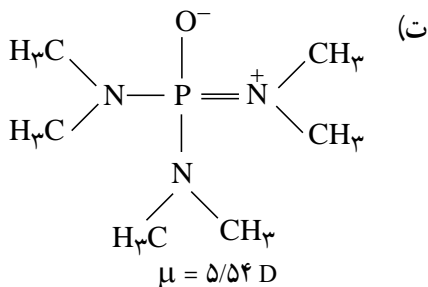
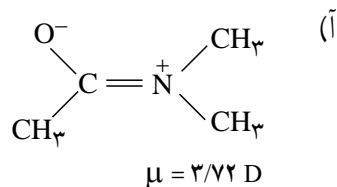
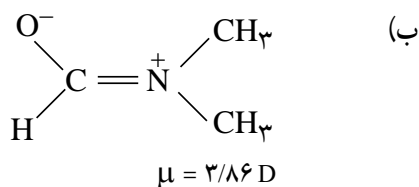


### ث) کراون اترها

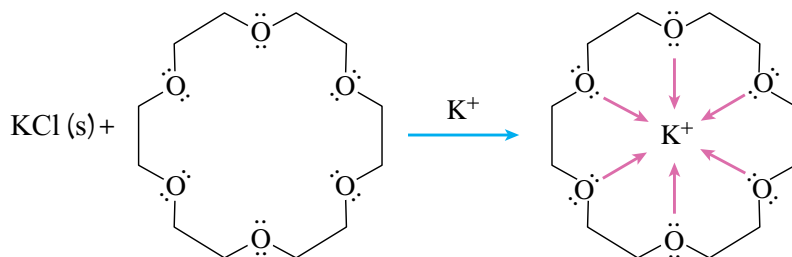


پاسخ: چهار ترکیب (آ) تا (ت)، به دلیل داشتن فرم‌های رزنانسی زیر، به شدت قطبی‌اند، به طوری که قطبیت آنها از آب بیشتر است. در نتیجه می‌توانند در نقش حلال شدیداً قطبی، اغلب نمک‌ها را در خود حل کنند.

کراون اترها (اترهای تاجی) علی‌رغم داشتن ۱۲ کربن و بیشتر، هم در آب و هم در حلال‌های آلی حل می‌شوند.



ث) کراون اترها (اترهای تاجی شکل) تعداد زیادی اکسیژن دارند، بنابراین با برقراری جاذبه‌های یون - دوقطبی، می‌توانند اغلب نمک‌ها را در خود حل کنند.

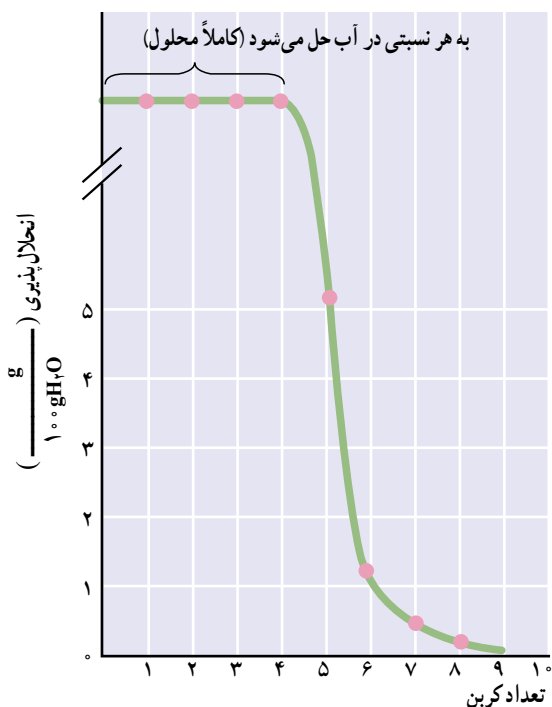


### بررسی انحلال‌پذیری ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار در آب

هر ترکیب آلی اکسیژن‌دار یا نیتروژن‌دار، دارای یک بخش هیدروکربنی (ناقطبی) و یک بخش اکسیژن‌دار یا نیتروژن‌دار (قطبی) است. از دیدگاه مولکولی، هرگاه جاذبه بین مولکول‌های آب با مولکول‌های ترکیب اکسیژن‌دار از مجموع جاذبه بین مولکول‌های آب خالص و همچنین ترکیب

اکسیژن دار خالص بیشتر باشد، انحلال پیش می رود و محلول تشکیل می شود. بنابراین هرچه تعداد اتم های اکسیژن در یک ترکیب آلی زیادتر باشد، انحلال پذیری آن در آب بیشتر است و همچنین ترکیب های آلی اکسیژن داری که تا پنج کربن دارند، به خوبی در آب حل می شوند.

نمودار ۶- انحلال پذیری کربوکسیلیک اسیدهای راست زنجیر در آب



جدول ۶- انحلال پذیری چند ترکیب آلی اکسیژن دار در آب

نام و فرمول شیمیایی ماده	انحلال پذیری (گرم حل شونده در ۱۰۰ g آب)
ایزوپروپانول (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> OH)	به هر نسبتی حل می شود
۱- اکتانول (C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> OH)	نامحلول
استون (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O)	به هر نسبتی حل می شود
۲- پنتانول (C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> O)	۵
۲- هپتانول (C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> O)	۰/۴
اتانال (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O)	به هر نسبتی حل می شود
پنتانال (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O)	۴
هپتانال (C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O)	۰/۱
دی اوکسان (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	به هر نسبتی حل می شود
دی اتیل اتر (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O)	۶/۹
اتیل استات (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> )	۸/۳

اترها، ترکیب های آلی اند که در آنها اتم های اکسیژن بین اتم های کربن قرار دارند. هرگاه در اترها، تعداد اتم های اکسیژن افزایش یابد، انحلال پذیری آنها نیز در آب افزایش می یابد؛ زیرا وقتی با آب مخلوط می شوند، می توانند از سمت اتم های اکسیژن با آب جاذبه های قوی دوقطبی - دوقطبی برقرار کنند. از سوی دیگر به دلیل داشتن تعداد اتم های کربن بیشتر در حلال های آلی مانند دی کلرومتان نیز حل می شوند. توجه کنید که جاذبه بین مولکول های اتر با یکدیگر از نوع جاذبه های دوقطبی - دوقطبی است.

همان طور که مشاهده می کنید، با افزایش تعداد کربن های ترکیب آلی اکسیژن دار، انحلال پذیری آنها در آب کاهش می یابد. البته توجه کنید تغییر محل گروه هیدروکسیل (عامل الکلی) بر روی زنجیر کربنی نیز سبب تغییر انحلال پذیری می شود.

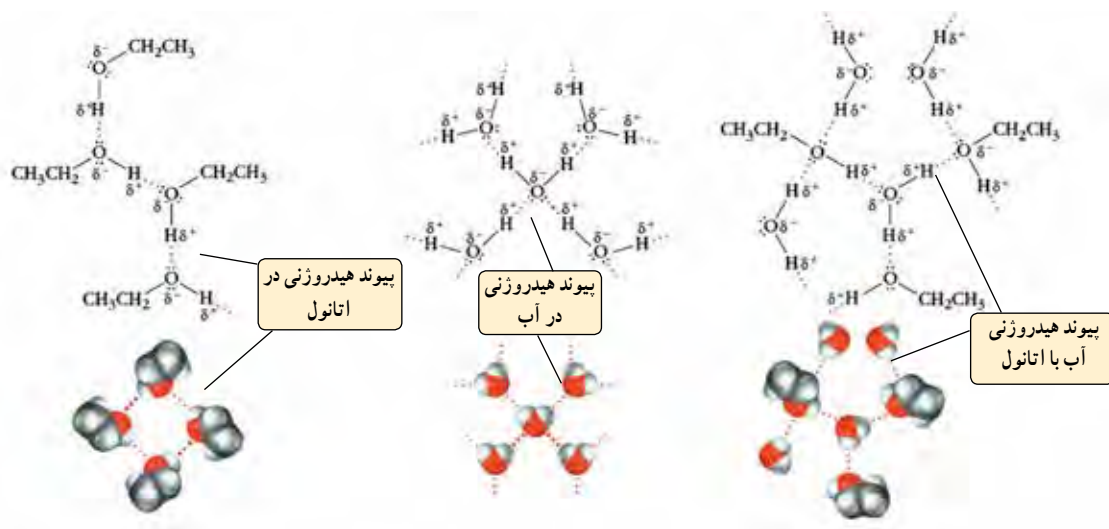
جدول ۷- انحلال پذیری و مساحت سطح مولکول برخی الکل ها

نام و فرمول شیمیایی الکل	انحلال پذیری (g/100g)	مساحت سطح مولکول (Å <sup>2</sup> )
۱- بوتانول <chem>CCCCO</chem>	۷/۴	۲۷۲/۱
۲- متیل ۱- پروپانول <chem>CC(C)CO</chem>	۷/۶	۲۶۳/۸
۲- بوتانول <chem>CCC(O)C</chem>	۷/۹	۲۶۴/۱
۲- پنتانول <chem>CCC(C)CO</chem>	۴/۷	۲۹۵/۹

تغییر محل گروه عاملی الکلی (هیدروکسیل) سبب تغییر شکل کلی مولکول می شود. در نتیجه، مساحت سطح مولکول ها تغییر می کند. با تغییر مساحت سطح مولکول ها، جاذبه بین مولکول های آب و الکل نیز تغییر می کند؛ به طوری که هرچه مساحت سطح مولکول بزرگ تر باشد، انحلال پذیری آن کمتر می شود (جدول ۷).

پرسش: انحلال پذیری اتانول در آب را از دیدگاه مولکولی بررسی کنید.

جاذبه بین مولکول های آب و اتانول از نوع هیدروژنی است و چون جاذبه هیدروژنی برقرار شده بین مولکول های آب و اتانول قوی تر از جاذبه هیدروژنی بین مولکول های آب با یکدیگر و اتانول با یکدیگر است؛ از این رو انحلال به خوبی پیش می رود.



توجه کنید که گروه اتیل، دهنده الکترون از طریق القاست، در نتیجه بار جزئی منفی ( $\delta^-$ ) ایجاد شده روی اتم اکسیژن در اتانول بزرگ تر از بار جزئی منفی موجود روی اتم اکسیژن در آب است؛ بنابراین پیوند هیدروژنی میان اکسیژن از مولکول اتانول با هیدروژن از مولکول آب تشکیل شده و سبب انحلال می شود.