

بررسی کمپلکس‌های رسی _ آلی (تحلیل و فرمولاسیون)

تیمور اسلام کیش^۱

چکیده

هدف اصلی این کار تحقیقاتی، بررسی امکان تورم زایی ترکیب رس‌های ارگانیکی (آلی) در سیستم‌های معلق نا همگن در محیط‌های طبیعی است. و نقش کانی‌های رسی و مواد آلی در شکل‌گیری کمپلکس‌ها بررسی می‌شود تا بدین ترتیب روش مناسبی به منظور توصیف ساختارهای رسی در سیستم اسید هومیک به دست آید. با استحصال مواد آلی (اسید هومیک و اسید هومیک پیشرو) از خاک و ترکیب و حضور با مقادیر متفاوتی از کانی‌های رسی، این شکل‌گیری مشخص شد. روش‌های مختلف آزمایشگاهی از جمله طیف‌سنجی زیر قرمز، اشعه ایکس، ناپدید شدن جرم کمپلکس، آنالیز مقدار کربن و اولتراسونیک و ظرفیت تبادل یونی (الکترون دهی و الکترون گیری) به منظور نمایش کمپلکس‌های رسی-آلی پایدار بکار گرفته شد. یافته‌های به دست آمده از آزمایش‌ها، شکل‌گیری و تشکیل کمپلکس‌ها را تحت تأثیر مقادیر قابل ملاحظه‌ای از مواد کاتالیک نشان می‌دهد. بر اساس نتایج تجربی، ساختار رس‌های آلی در شرایط ملایم به صورت دو مرحله متوالی زیر دیده می‌شود: ابتدا اسیدهای هومیک در بین لایه‌های رسی تثبیت می‌شوند و سپس سایر مواد هوموسی به وسیله نیروهای بین مولکولی به سطوح و لبه‌های کانی‌های رسی متصل می‌شوند. در پایان، یک مدل پیشنهادی به منظور توصیف شرایط خاک‌های طبیعی و ساختار ترکیبات رس‌های آلی در فازهای مختلف ارائه شده است.

کلمات کلیدی

رس آلی، سیستم اسید هومیک و اسید هومیک پیشرو، شکل‌گیری و ساختار کمپلکس

An Experimental Investigation of Organic Clay Complexes (Analysis and Formulation)

T. Eslam-Kish

ABSTRACT

This experimental research work was aimed at investigating the possibilities of bulging organic clay compounds in heterogenic suspension system of clay minerals and in the presence of natural substances. Moreover, the role of clay mineral in forming clay complexes was investigated to find a way of describing the formation of a clay mineral humic acid system.

In the conducted experimental work, acids and humic acid precursors were extracted from soil samples and these extracts were allowed to react with different clay minerals. Various experimental approaches (e.g. IR spectroscopy, Conductivity, X-ray Diffraction, Ultra sound technique, Cation- Exchange capacity) were employed to demonstrate the formation of stable clay/organic complexes. The experimental findings show that the formation of these complexes occurs under the catalytic influence of the organic substances. Based on experimental result the formation of clay organic compounds under mild conditions can be described two consecutive stages. First, the humic acid precursors are fixed between layers of clay. Then, other humic substances are attached to the fixed humic substances by intermolecular forces at the edges of clay mineral particles. Accordingly, a model is proposed to describe the conditions of natural soils and different phases of clay organic compounds formation.

^۱ استادیار دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر: aisantaymur@aut.ac.ir

KEYWORDS:

Organic Clay, Humic acid System, Humic acid Precursors, Clay Compounds

۱- مقدمه

- در نهایت، اجزای مواد هوموسی مطابق با وضعیت خود، قابل توصیف هستند.

اهمیت این مواد به طور قابل ملاحظه و به طور دایم در زمینه مسائل خاک شناسی، اکولوژی، فیزیولوژی، پزشکی و فنی و مهندسی در حال افزایش است.

برای متمرکز نمودن این مطالعه، محدود نمودن مواد هوموسی به منشأ خاک ضروری است. به طور حتم به یک گروه مهم از مواد آلی در آبها هم می‌توان به عنوان مواد هوموسی نگریست ولی تفاوت‌هایی که این مواد با سایر تیمارهای هوموسی دارند، در بعضی از موارد قابل توجه است.

۲- تئوری و سوابق تحقیق


عادت شده است که فعالیت مواد هوموسی را کم تخمین بزنند. اگر نیروهای بین اتمی و در نتیجه، پیوندهای اتمی در مواد هوموسی مورد نظر باشد، در این صورت چنین حدس‌هایی چندان هم اشتباه نیست. ولی در این ترکیبات به غیر از نیروهای بین اتمی نیروهای بین مولکولی نیز وجود دارد که از پیوندهای خاص مواد هوموسی محسوب می‌شوند [۱]، [۴].

ساخته شدن سیستم مواد هوموسی و تغییرات تابع H، یعنی تأثیر واکنش‌ها و نوع خاص عبور الکترون‌ها چارچوبی برای درک بهتر فعالیت این مواد به وجود می‌آورد (شکل ۱).

مواد هوموسی، ترکیبات آلی هستند که در خاک و آب ساخته و تحت تأثیر واکنش‌های متعدد تشکیل می‌شوند. این مواد برای وضعیت‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و کلوئیدی در این محیط‌ها مهم هستند. به نظر می‌رسد کوشش‌هایی که برای بیان فرمولی ساختار مواد هوموسی صرف شده، کمتر به خاطر محدودیت وسایل تکنیکی و تجزیه‌ای و بیشتر به خاطر این که ساختار معنی داری وجود ندارد، بیهوده بوده است. این واقعیت (عدم وجود فرمول ساختمانی معتبر) از مشخصات اصلی این مواد است [۱]، [۲].

با وجود بحث‌های بسیار شدید و متناقض و بعضی اوقات حتی مشاجرات طولانی، موارد زیر به طور عمومی پذیرفته شده‌اند:

- مواد هوموسی را می‌توان از سایر مواد آلی طبیعی تمیز داد.
- مواد هوموسی خصوصیت ویژه‌ای دارند.
- مواد هوموسی گروه مخصوص خودشان را در بین مواد طبیعی تشکیل می‌دهند.
- خصوصیات مواد هوموسی را می‌توان به وسیله روش‌های فیزیکی و شیمیایی تعیین کرد و مباحث مهمی درباره طرز ساخته شدن واکنش‌های ویژه آنها با سایر ترکیبات محیط در جریان است [۲]، [۴].

facts	humic substances	
	process	
H-function		
derivative of H, limiting value $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{dH}{dt}$	$\neq 0$	$= 0$
ϵ -transitions	radicals, intramolec.	ϵ -DAC, intermolec. mesomerism
dominant linkage forces	interatomic	intermolec.
constituents	HAP	HA + non-humic = SHS subst
SHS	in statu nascendi	in stationary state

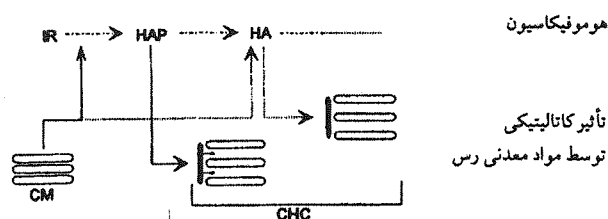
شکل (۱): نوابج-H و واقعیت‌های دیگر برای ساخته شدن سیستم مواد هوموسی (SHS) [۱]، [۴]

اسید هومیک HA - Humic acid پیشرو HAP - Humic acid precursors

(ϵ -DAC=Electron-donor-acceptor complexes کمپلکس الکترون دهنده و الکترون گیرنده)

مصنوعی و طبیعی و رس‌های تعریف شده باشند [۹]، [۱۰]. در این جا نیز از این عمل به دلیل احتمال بیشتر درست شدن کمپلکس هوموس رس در این وضعیت از مواد هوموسی به جای اثر بر هم کنش مواد هوموسی غیرفعال با کانی‌های رسی استفاده شد.

شکل (۲) روند درست شدن سنتز کمپلکس هوموسی رسی را نشان می‌دهد:

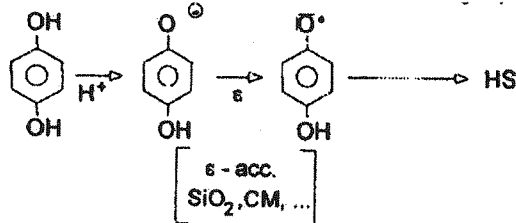


شکل (۲): تولید سنتز کمپلکس هوموسی رسی (CHC) (واکنش‌های اولیه=IR، اسید هومیک پیشرو=HAP، اسید هومیک=HA، کانی‌های رسی=CM، سنتز کمپلکس هوموسی رسی=CHC)

در هر صورت، امکانات زیر برای تحقیق در مورد کمپلکس‌های رسی وجود دارد:

- ۱) استخراج این کمپلکس‌ها از محیط طبیعی (خاک)
 - ۲) رابطه کانی‌های رسی و مواد هوموسی بعد از مخلوط کردن مکانیکی آنها
 - ۳) سنتز (CHC) از رس و هیدروکینون یا سنتز اسید هومیک پیشرو (HAP) در حین هومیفیکاسیون
- سنتز رس و هیدروکینون در خاک در محلولی تعلیقی در مدت سه هفته انجام پذیرفت. ساخته شدن مواد هوموسی مصنوعی از هیدروکینون در ابتدا از طریق از دست دادن الکترون به یک گیرنده الکترون صورت می‌گیرد. در این رابطه ثابت شده است که SiO_2 یا رس‌ها می‌توانند در این برهم کنش‌ها الکترون بگیرند [۸]، [۱۰].

شکل (۳) گسترده دی فنول (هیدروکینون) و تبادل یونی را نشان می‌دهد:



شکل (۳): ساخت مواد هوموسی (HS) از هیدروکینون (پلی فنول) برخلاف کربن عنصر سیلیسیم وضعیت الکترونی آزاد دارد، به همین جهت این عنصر می‌تواند الکترون بگیرد و با واکنش

در مرحله اول، ساخته شدن مواد هوموسی تحت تاثیر واکنش‌های رادیکالی صورت می‌گیرد. فقط از طریق چنین واکنش‌هایی مواد هوموسی با صفات توصیف شده می‌توانند تولید شوند و در مرحله انتهایی H به صورت خطی افقی در می‌آید. صعود منحنی در مرحله اول تغییرات زیادی را در ماده اولیه و جرم ذرات منعکس می‌کند. این پدیده به دلیل انجام واکنش‌های رادیکالی یا اسیدهای هومیکی پیشرو (نیروهای بین اتم‌ها ست) رخ می‌دهد. این واکنش‌ها باعث تغییر قابل توجهی در وزن‌ها و ابعاد ذرات برای ساخته شدن پیوندهای اتمی می‌شود [۴]، [۵]، [۶].

مرحله دوم، نتیجه غلبه نیروهای بین مولکولی در اسید هومیک است که باعث تغییرات زیاد در ماده و اندازه ذرات می‌شود. این نمونه‌های رفتاری در هر مرحله باعث تشکیل سیستم مواد هوموسی می‌شود. مشاهدات و آزمایش‌های زیادی از طریق استروسکپی و تجزیه شیمیایی و فیزیکی بر روی سیستم‌های هوموسی طبیعی و مصنوعی این نظریه را تأیید کرده‌اند. این بررسی‌ها رابطه تنگاتنگی را بین سه پارامتر زیر آشکار می‌کنند:

- وضعیت سیستم مواد هوموسی از طریق تابع H
- نوع اسید هومیک و اسید هومیک پیشرو و موادی که بین آنها به وجود می‌آیند.
- نوع پیوند غالب

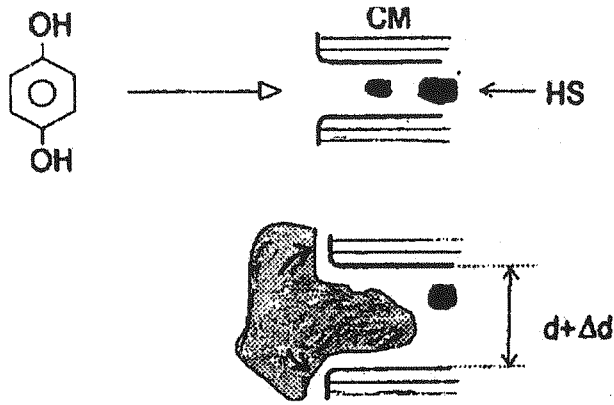
به طور خلاصه می‌توان گفت وضعیت مشخص سیستم مواد هوموسی شامل واکنش آشکار بین اجزای هوموسی با پیوند مشخص با موادی که با آنها واکنش می‌دهند، قرار دارد. قابل توجه است که اگر انسان وضعیت سیستم مواد هوموسی را بشناسد، می‌تواند در مورد نوع واکنش و تشکیل پیوند غالب، پیش بینی کند [۷]، [۸].

۳- واکنش‌ها با کانی‌های رسی

بیشترین مقدار ماده آلی در خاک و بیشترین مقدار مواد هوموسی به خصوص در کانی‌های رسی تثبیت می‌شود [۱]. برای پژوهش بر روی این ترکیبات، که به طور استثنایی مهم هستند، عاقلانه نیست این مواد را از محیط طبیعی خودشان بیرون آوردند و سپس آنها را با هدف شناسایی خواص آنها و نوع پیوندشان و غیره تجزیه و تحلیل کنند. یکی از دلایل برای این گونه طرز عمل این است که به نظر می‌رسد غیر ممکن باشد این ترکیبات پیچیده را به طور فیزیکی از رس‌هایی که به آنها اتصال دارند جدا کنند.

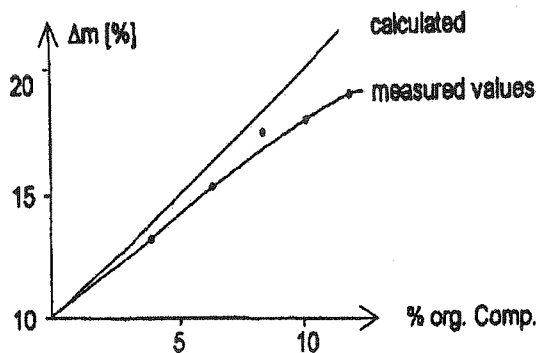
به همین جهت بهتر است به دنبال روش‌های دیگری مانند سنتز کمپلکس‌های هوموسی رسی (CHC) از مواد هوموسی

گره‌های الکترونگاتیو واکنش دهد.



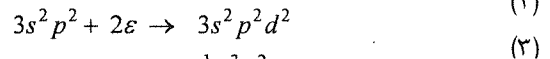
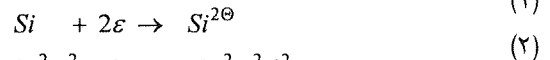
شکل (۶): افزایش شبکه تبلور (d) در رس‌ها به وسیله مواد آلی (هومیک)

اگر ماده انتهایی سنتز فوق فقط مخلوطی از مواد هوموسی و رس‌ها باشد، در این صورت باید جرم ماده ناپدید شده در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد از طریق جمع کردن هر جزء به دست آید. انحراف از مقادیر محاسبه شده دلیلی برای انجام واکنش بین رس و هوموس است (شکل ۷):



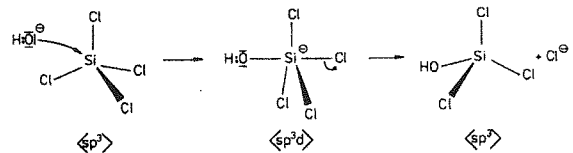
شکل (۷): جرم ناپدید شده و محاسبه شده (Δm) در حین ساخته شدن کمپلکس رسی هوموسی

طیف سنجی زیر قرمز نیز جزء جدیدی را در کمپلکس رسی هوموسی، که از طریق واکنش شیمیایی بین این واکنش‌گرها تولید می‌شود، آشکار می‌کند (شکل ۸):



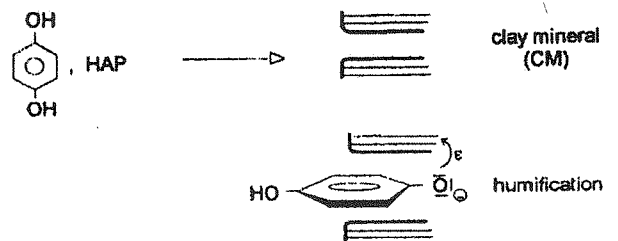
یا $3s^1 p^3 d^2$ (hybrid)

شکل (۴) فرمول گسترده و شرایط الکترون گیرنده‌های سیلیسیم را نشان می‌دهد:



شکل (۴): شرایط الکترون گیرنده ای سیلیسیم و نحوه هیدرولیز هالوژن سیلیسیم

در موارد زیادی تثبیت فنول‌ها یا اسیدهای هومیکی پیشرو طبیعی و مصنوعی به ماتریکس رس‌ها ملاحظه شد. با در نظر گرفتن روش‌های آنالیز، سه مرحله را می‌توان در ساخته شدن کمپلکس رسی هوموسی (CHC) تصور کرد. شکل (۵) تصویری از نحوه جذب مولکول‌های آلی در رس‌ها را نشان می‌دهد:



شکل (۵): نحوه جذب هیدروکینون یا اسیدهای هومیک پیشرو در بنتونیت [۱]، [۱۰]

۱) مولکول‌های کوچک هیدروکینون یا اسیدهای هومیکی پیشرو می‌توانند به فضای بین لایه ای بنتونیت نفوذ کنند.
۲) هومیفیکاسیون با دادن الکترون از ماده اولیه به بنتونیت انجام می‌گیرد. در این حالت هومیفیکاسیون در دو جهت گسترش می‌یابد (شکل ۶).

۳) بعد از بزرگ کردن فضای بین لایه‌ای رس‌ها، مواد هوموسی ناحیه خارجی رس‌ها را با تثبیت به گوشه لبه رس‌ها اشغال می‌کنند. این وضعیت با ساختمان درپوش بطری نوشابه‌های گاز دار مشابهت دارد [۱]، [۱۰].

شکل (۶) تصویری از افزایش شبکه تبلور بین لایه‌های بنتونیت و تجمع مواد آلی در لبه رس‌ها را نشان می‌دهد:

جدول (۱): مقادیر d و کمپلکس رسی هوموسی مربوطه و رس های

مختلف		
آماده سازی (preparations)	% اولیه هیدروکینون (Hydroquinone) (at the start%)	فاصله شبکه تبلور (d[A ⁰])
Na - bentonite	-	12.3
Na - bentonite	-	12.5
Ca - bentonite/H ₂ O	-	12.1
Ca - bentonite/ether	-	12.7
Ca - bentonite/ethanol	-	13.4
Ca - bentonite + HAP	6.25	15.0
Ca - bentonite + HAP	10	14.7
Ca - bentonite + HAP	12.5	14.7
Ca - bentonite + HAP	25	14.8
Ca. bentonite + HA	10	14.0

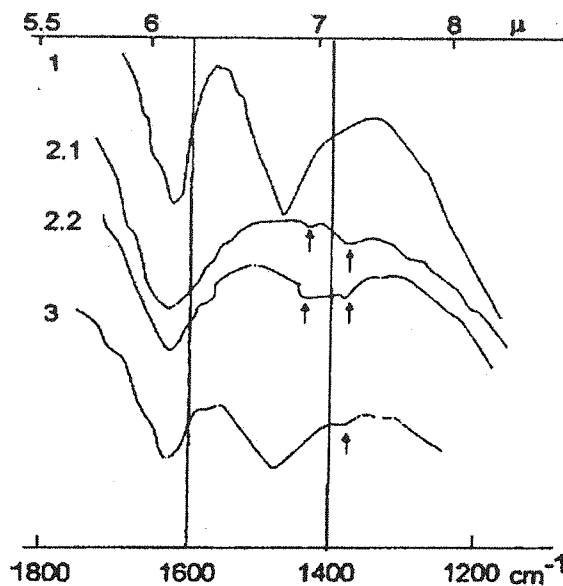
جدول (۲): مقادیر کربن در کمپلکس رسی هوموسی

% هیدروکینون در اجزای واکنش (amount of hydroquinon [%] in reaction clusters)	شرایط آزمایش (treatment)	% کربن (C-content%)
2.5 HAP	dried at 40C	1.87
5.0 HAP	extracted with ether/alcohol	2.93
5.0 HAP	dried at 40C	2.67
6.25 HAP	dried at 40C	2.91
6.25 HAP	extracted with ether	2.79
6.25 HAP	extracted with alcohol	2.85
7.5 HAP	dried at 40C	3.76
10.0 HAP	dried at 40C	4.75
10.0 HAP	extracted with ether/alcohol	4.45
12.5 HAP	dried at 40C	5.41
12.5 HAP	extracted with ether	5.08
25.0 HAP	extracted with ether	5.27
10 HA	extracted with alcohol	4.57

این پدیده را می‌توان به عنوان دلیلی برای ساختار کمپلکس رسی هوموسی با مواد هوموسی در دو وضعیت در نظر گرفت. در ادامه این آزمایش، کاهش فضای بین لایه‌ای و محو کامل ماده آلی در حضور (NaOH ۰/۵ نرمال) صورت می‌گیرد. در این حالت وقتی از NaOH استفاده نشد، مقدار کربن بیشتری اندازه گیری شد. این پدیده بر تثبیت مجدد مواد هوموسی بر روی لبه کانی‌ها تکیه دارد. در این جا به دینامیسم قابل ملاحظه CHC برخورد می‌شود که به شرایط حاکم در محیط طبیعی وابسته است. شکل (۹) تغییر در کمپلکس رسی هوموسی (CHC) در اثر تأثیر اولتراسونیک را نشان می‌دهد.

آزمایش التراسونی کمپلکس رسی هوموسی با ۲۰ کیلوهرتز و ۳۰۰ وات باعث جدا شدن کمپلکس به دو جزء می‌شود، ولی به طور هم زمان سه فاز همراه با سه ساختمان مختلف در کمپلکس رس و هوموسی، که جزء آلی در جاهای مختلف قرار گرفته است، ملاحظه می‌شود.

جدول (۳) که تکمیل کننده شکل (۹) است، مجدداً تغییر در کمپلکس رسی هوموسی (CHC) را که تحت تأثیر اولتراسونیک می‌باشد، به طور کامل توضیح و نشان می‌دهد.



شکل (۸): آنالیز طیف سنجی (IR) بنتونیت با مواد افزودنی [۱]

۱ بنتونیت کلسیم در آب، خشک شده در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد

۲-۱ بنتونیت کلسیم، ۲۵ درصد ماده آلی بعد از واکنش شیمیایی

۲-۲ بنتونیت کلسیم، ۶/۵ درصد ماده آلی بعد از واکنش شیمیایی

۳ مخلوط کلسیم بنتونیت با مواد هوموسی از هیدروکینون

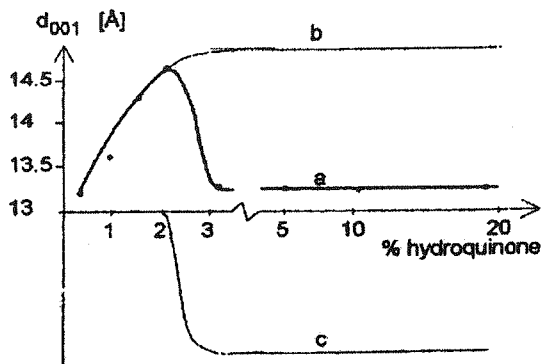
به کمک اشعه ایکس فاصله شبکه تبلور رس‌ها d بر حسب انگستروم (A⁰) تعیین شد.

کمپلکس رسی هوموسی به کمک حلال‌های آلی در دستگاه سوکسله تا خروج ماده آلی، خالص شد. از این طریق آن قسمت از ماده آلی که واکنش نکرده یا تثبیت نشده بود، خارج گردید. به کمک دستگاه التراسونی قسمت خارجی کمپلکس کنده شد [۹]، [۱۰].

جدول (۱) نتایج اشعه ایکس، افزایش فاصله شبکه (مقادیر d بر حسب انگستروم) را نشان می‌دهد. از طرفی نتایج تجزیه کربن و تثبیت آن در شرایط مختلف کمپلکس رسی هوموسی در جدول (۲) دیده می‌شود.

برای تجزیه کمپلکس رسی هوموسی به اجزای آن، اغلب از روش التراسونی استفاده می‌شود. با استفاده از این روش در مرحله اول قسمتی از ماده آلی بدون هیچ تغییری در فضای بین لایه‌ای رس‌ها استخراج شد، ولی مقداری از کربن در کمپلکس رسی هوموسی یافت شد که به این معنی است که فقط قسمت خارجی کمپلکس بیرون آورده شده و مواد هوموسی داخلی هنوز به صورت تثبیت شده باقی مانده است (جدول ۱):

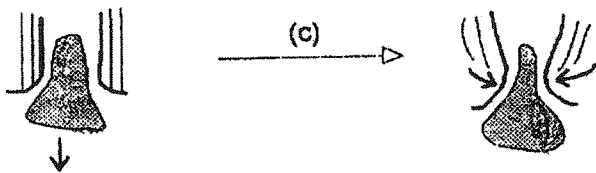
مقادیر d_{001} و مقادیر اسیدهای هومیکی پیشرو اضافه شده رابطه معنی داری را نشان می‌دهند (شکل ۱۱):



شکل (۱۱): مقادیر d_{001} کمپلکس رسی و هوموسی وابسته به مقدار اسیدهای هومیک پیشرو اضافه شده [۱۰]

منحنی اندازه گیری شده (a) را باید به عنوان نتیجه دو تأثیر مخالف تفسیر کرد (c, b).

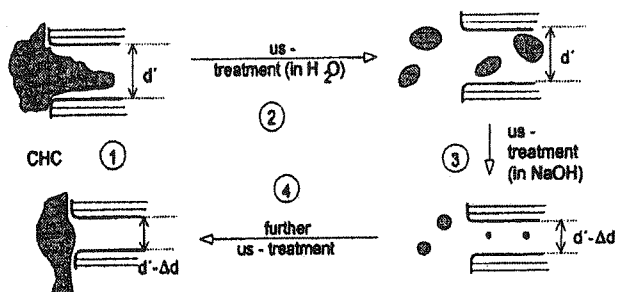
(b) در منشأ شروع می‌شود و افزایش فضای بین لایه‌ای را در اثر جذب اسیدهای هومیکی پیشرو نشان می‌دهد. این جریان باعث جذب اسیدهای هومیکی پیشرو به مقدار حداکثر می‌گردد و به همین جهت منحنی (b) باید به صورت نامتقارن (asymptotic) ادامه پیدا کند. بر خلاف (b)، (c) از مقدار مشخصی از اسیدهای هومیکی پیشرو شروع می‌شود و همراه با جذب این ماده، فضای بین لایه‌ای کاهش می‌یابد. این منحنی نیروهای جاذب روی لبه رس‌ها را نشان می‌دهد که تحت تأثیر اسیدهای هومیکی پیشرو تولید می‌شوند. این نیروها به قسمت بیرونی تعلق دارند که در شکل (۱۲) نشان داده شده است.



شکل (۱۲): تأثیر نیروهای وارده (c) بر شبکه رس‌ها

این نیروهای جاذب از نظر ساختمان با درپوش بطری قابل مقایسه هستند. نیروهای جاذب روی شبکه لبه رس باعث می‌شوند که مقدار بیشتری از اسیدهای هومیکی پیشرو جذب شده و فاصله فضای بین لایه‌ای رس کوچک تر شود.

مقدار کربن در کمپلکس رسی و هوموسی به زمان تأثیر US (التراسوند) بستگی دارد. شکل (۱۳) این پدیده را در مورد با کلسیم بنتونیت و مواد هوموسی تهیه شده از هیدروکینون (A) و هم چنین در مواد هوموسی طبیعی استخراج شده به

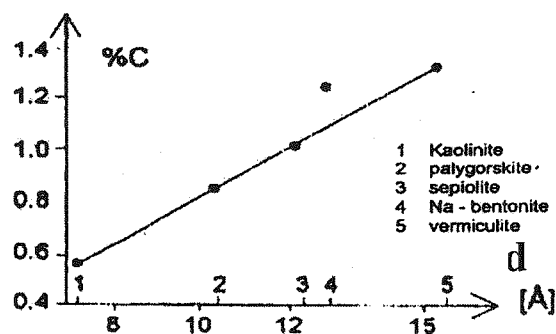


شکل (۹): تأثیر اولتراسونیک و کاهش فضای بین لایه ای در حضور NaOH

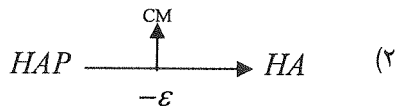
جدول (۳): تغییر در کمپلکس رس-هوموس (CHC) در اثر تأثیر اولتراسونیک

آرایش	جریان	دلیل
۱ ساختن CHC	واکنش بین اجزا در شرایط معتدل	× اسپکتروم زیر قرمز × ناپدید شدن جرم در ۶۰۰ درجه سانتی گراد × فاصله بین لایه ای × مقدار کربن
۲ تأثیر اولتراسون	جدا شدن قسمت خارجی CHC	× تجزیه کربن × فاصله بین لایه ای × اسپکتروم زیر قرمز
۳ ادامه تأثیر اولتراسون در حضور سدیم ۰/۵ نرمال	ادامه از دست دادن کربن	× تجزیه کربن × اسپکتروم زیر قرمز
۴ ادامه تأثیر اولتراسون	افزایش مقدار کربن	× آنالیز کربن × فاصله بین لایه ای × اسپکتروم زیر قرمز

مقدار کربن در کمپلکس مرتبط با روش‌های تجزیه دیگر، امکان آزمایش‌های موازی را ممکن می‌سازد. تفسیر این یافته‌ها باعث درک بهتر این کمپلکس‌های قابل توجه می‌شود که از مواد تشکیل دهنده خاک هستند. مقدار کربن به وضوح وابستگی خطی به فضای بین لایه‌ای در چند رس آزمایش شده را نشان می‌دهد [۱]، [۱۰]، (شکل ۱۰).



شکل (۱۰): مقدار کربن در کمپلکس رسی و هوموسی و فاصله بین لایه ای رس‌ها [۱۰]



نقش فعال رس‌ها در این واکنش‌ها اغلب مورد توجه قرار نمی‌گیرد. رس‌ها در این جا نقش پذیرنده الکترون را به عهده دارند.

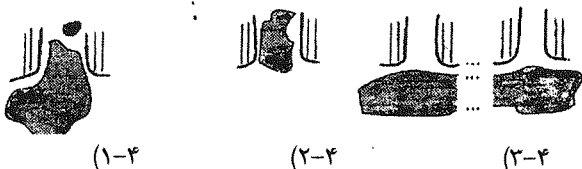
(۳) جریان هومیفیکاسیون در دو جهت ادامه پیدا می‌کند:

(۱-۳) هومیفیکاسیون به طرف قسمت داخلی رس‌های یعنی در داخل فضای بین لایه‌ای صورت می‌گیرد و به همین جهت کمپلکس را می‌توان به عنوان قفس یا محبس توصیف کرد. (۲-۳) هومیفیکاسیون به طرف خارج به طرف محلول خاک به صورت یک واکنش توپوشیمیایی عمل می‌کند.

(۴) سه تیپ اصلی (CMC) *clay Mineral complex* که به نوع تأثیر گذاری بستگی دارد، وجود دارد. (۱-۴) تپیی که به آن اشاره شد و ساختمان آن مشابه در پوش بطری‌هاست.

(۲-۴) بعد از استفاده از حلال‌های آلی یا تأثیر التراسونی قسمت بیرونی مواد هوموسی دور می‌شود. از طریق حمله شیمیایی یا میکروبی نیز قسمت بیرونی مواد هوموسی دور می‌شود.

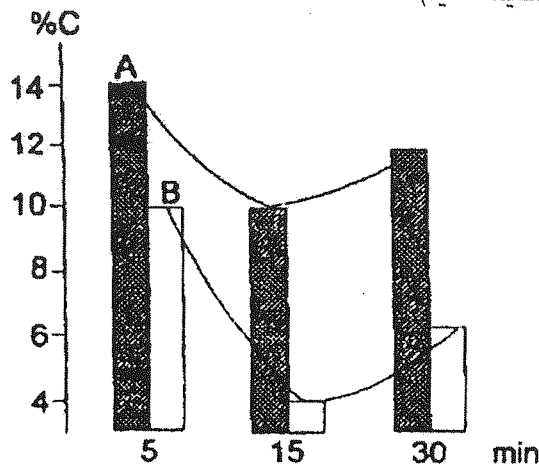
(۳-۴) واکنش با اسیدهای هومیکی باعث تثبیت این مواد روی شبکه لبه رس‌ها می‌شود.



۵- مراجع

- [۱] Ziechmann, W. *Huminstoffe*, Verlag chemie 1980, P284-304.
- [۲] Rizk, N. "*Prapartion und Analyse von Huminstoffen und ihre Wechselwirkungen mit Metallen, Dissertation*", Göttingen 1984.
- [۳] S,P Indraratne, Tee Boom Goh, H. Shindo, "*Sorption of organic compounds by hydroxy-interlayered clays through chelation and humification processes*", *Geoderma* 139 (2007) 314-320.
- [۴] Kun-Lin Huang, Yan-Ting He, Guo-Ming Liang, Yu-Yang Sun, Chang-Wen Hu, "*Photoluminescent metal(II)-organic complexes with two distinct atropisomeric units from axially prochiral ligands through C-H...O hydrogen bond (M=zinc, cobalt, nickel)*", *Inorganica chimica Acta* 360 (2007) 2271-2276.
- [۵] Gerke, J. Untersuchungen zur, "*Bindung des kationischen Tensid Laurylpyridiniumchloride*", *Dissertation Göttingen* 1988.

وسيله اتانول از يك خاک پدزول (B)، نشان می‌دهد (با شکل ۹ نیز مقایسه کنید).



شکل (۱۳): مقادیر کربن کمپلکس رس و هوموسی بعد از تأثیر ۱۳

۶- نتیجه

تهیه کمپلکس رسی و هوموسی به کمک برهم کنش بین CM (کانی رسی) و اتواکسیداسیون هیدروکینون یا اسیدهای هومیکی پیشرو طبیعی به صورت معلق در آب و در دمای معمولی و هم زدن به مدت ۲ تا ۴ هفته انجام گرفت. این شرایط به شرایط طبیعی خاک بسیار نزدیک است. تجزیه و تحلیل و توصیف کمپلکس رسی و هوموسی از طریق روش‌های زیر به دست می‌آید.

- ناپدید شدن جرم کمپلکس در ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد
- طیف سنجی زیرقرمز
- اشعه ایکس
- دیفرنس ترمو آنالیز DTA (نتایج در این جا آورده نشده است)
- وزن سنجی گرمایی TGA (نتایج در این جا آورده نشده است)
- آنالیز مقدار کربن
- هدایت الکتریکی
- آنالیز شیمیایی
- آنالیز روابط الکترون دهی و الکترون گیری

نتایج حاصله عبارتند از:

- (۱) فقط مواد کم مولکولی اسید هومیکی پیشرو مصنوعی و طبیعی می‌توانند با رس‌ها واکنش کنند و در فضای بین لایه‌ای کمپلکس رسی و هوموسی تولید کنند. اسیدهای هومیکی فقط به وسیله رس‌ها روی لبه‌ها تثبیت می‌شوند.
- (۲) واکنش بین این اجزا از طریق تأثیر کاتالیزاتوری رس‌ها انجام می‌شود.

- Lisant, L.E., C. Testini- e N.Senesi, "*Richerche sulle Proprie Parmagnetiche composti Umici*", *Agrochimica* XVI, 242-252, 1972. [۶]
- F. Kanamaru, V. Vand, "*The crystal Structure of a clay-organic complex of 6-Amino Hexanoic Acid and Vermiculite*", *The American Mineralogist*, VOL 55, September-October, 190 . [۷]
- Chun-Dan Zhang, Shu-Xia Liu, Bo Gao, Chun-Yan Sun, Lin-Hua Xie, Miao Yu, Jun Peng. "*Hybrid materials based on metal-organic coordination complexes and cage-like polyoxovanadate clusters: Synthesis, characterization and magnetic properties*", *Polyhedron* 26 2007 1514-522. [۸]
- Azizi P., "*Die Beschreibung Von Huminstoffsystemen*", *Dissertation, Göttingen* 1977. [۹]
- Eslam-Kish, T. "*Tonorganische Komplexes in natürlichen Systemen*", *Dissertation, Clausthal* 1981. [۱۰]