

بررسی و مطالعه خوردگی آلوم و کلرورفریک در حذف مواد آلی آب اصفهان

چنگیز دهقانیان

دانشیار دانشکده مهندسی شیمی - دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت ۸۰/۴/۲، تاریخ تصویب ۸۱/۸/۴)

چکیده

کلرور فریک و آلوم دو ماده منعقدکننده برای حذف مواد آلی و کدرکننده آب محسوب می‌شوند. قدرت انعقاد و محدوده pH مناسب در مورد کلرور فریک خیلی بیشتر از آلوم است. از لحاظ قیمت هم کلرور فریک ارزانتر از آلوم است. اما نگرانی در مورد استفاده از کلرور فریک خوردگی شدید آنست که باعث می‌شود استفاده از آن با تأمل بیشتر صورت گیرد. در این تحقیق استفاده از این دو ماده منعقد کننده برای حذف مواد آلی کربن دار در آب اصفهان و آب سنتز شده مورد توجه قرار گرفته است. سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده حاوی کلروفرم برای تنظیم مواد آلی کربن دار در غلظتهای مختلف از هر یک از این دو ماده منعقد کننده در سه pH ارزیابی شده است. همچنین سرعت خوردگی مس در آب اصفهان با غلظتهای مختلف از هر یک از این دو ماده منعقد کننده بررسی گردیده است. نتایج نشان دادند که در آب با pH=۶/۵ غلظت بهینه برای کلرور فریک ۳ppm که معادل با ۶ppm از آلوم است. در pH=۷/۵ غلظت بهینه از کلرور فریک ۶ppm است که معادل با ۱۲ppm از آلوم است. در pH=۹ غلظت بهینه از کلرور فریک ۱۲ppm است که معادل با ۲۴ppm از آلوم می‌باشد. منظور از غلظت بهینه غلظتی است که سرعت خوردگی مس در آب مساوی و یا حتی کمتر از غلظت معادل آن از آلوم باشد. در آب اصفهان در pH=۷ غلظت بهینه برای کلرور فریک ۵ppm است که معادل با ۱۰ppm از آلوم است.

واژه‌های کلیدی: خوردگی، آب اصفهان، مواد منعقد کننده، کلرور فریک، آلوم، مواد آلی، آب سنتز شده، غلظت آپتیمم

مقدمه

کننده می‌باشد. مواد آلی طبیعی در آب مجموعه‌ای از ملکولهای آلی می‌باشند که در غلظتهایی در محدوده ۰/۰۵ تا ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر بر اساس کل کربن آلی (TOC) وجود دارند [۲]. موادی مانند اسیدهای هیومیک و فولیک که پلی‌الکترولیتهای آنیونی هستند، اجزاء با نفوذ مواد آلی طبیعی در آب می‌باشند. این مواد با کلری که برای ضد عفونی کردن آب به آن زده می‌شود وارد واکنش می‌شوند و موادی مانند کلروفرم (CHCl_3)، برومو دی کلرومتان (CHBr_2Cl)، دی برو مو کلرو متان (CHBr_2Cl)، برومو فورم (CHBr_3)، دی کلرو یدو متان (CHCl_2) و برومو کلرو یدو متان (CHBrCl) که سمی و سرطان‌زا هستند ایجاد می‌کنند [۴،۳].

یکی از روشهای جداسازی این مواد در آب از طریق منعقد سازی این مواد می‌باشد که بوسیله آلوم ($\text{Al}_2[\text{SO}_4]_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) یا کلرورفریک ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) صورت می‌گیرد.

خود این مواد آلی در آب باعث خوردگی فلز مس و بعضی از

برای حذف مواد معلق و آلی در آب از مواد منعقد کننده استفاده می‌گردد. آلوم و کلرور فریک در تصفیه آب موارد استفاده زیادی دارند. این مواد ممکن است با اضافه نمودن به آب مسائلی از قبیل افزایش خوردگی فلزات را برای سیستمهای آب رسانی ایجاد نمایند. در بسیاری از سیستمهای آب‌رسانی مشاهده شده است که مقدار زیادی محصولات خوردگی فلزات مختلف در آب آشامیدنی وجود دارند که برای سلامتی انسان مضر می‌باشند. در آمریکادر بسیاری از سیستمهای آب رسانی خانگی مشاهده شده است که مقدار زیادی مس که بیش از حد مجاز است در آب مشاهده شده است [۱]. حد مجاز مس تعیین شده برای آب آشامیدنی کمتر از ۱/۳ میلی‌گرم بر لیتر است. اگر در آب آشامیدنی فلز مس بیش از این حد مشاهده شود باید طریقه استفاده از مواد منعقد کننده و نوع آن تغییر کند. از طرف دیگر مقررات موجود برای حذف مواد آلی سرطان‌زا که از بعضی مواد آلی طبیعی در آب حاصل میشوند، حذف مواد آلی را ضروری می‌سازد که ساده‌ترین روش حذف این مواد استفاده از مواد منعقد

تهیه محلول

از دو نوع محلول پایه در این تحقیق استفاده شده است:

(۱) آب آشامیدنی اصفهان (۲) آب سنتز شده که ترکیبات آن در جدول (۱) نشان داده شده است.

ماده آلی کلروفرم مایع در غلظت‌های مختلف بجای مواد آلی طبیعی به آب اضافه شد. محلولها در هر غلظت کلروفرم در سه pH که شامل ۶/۵، ۷/۵ و ۹ بود تنظیم گردید.

برای کنترل pH، از محلول اسیدی شامل $0.002M H_2SO_4$ و $0.0002M HCl$ و محلول قلیایی با $0.002M NaHCO_3$ و $0.1M NaOH$ استفاده شد. سپس در هر محلول مواد منعقد کننده با غلظت‌های متفاوت از آلوم یا کلرور فریک اضافه شد بطوریکه در هر غلظت، غلظت‌های یون کلر و سولفات حاصل از مواد منعقد کننده در آب معادل باشند. برای این منظور غلظت وزنی ۲ قسمت از آلوم معادل با غلظت وزنی ۱ قسمت از کلروفریک میباشد. پس از تهیه محلول‌های مختلف و کنترل pH آنها آزمایش‌های الکتروشیمیایی برای تعیین سرعت خوردگی نمونه‌های مسی در هر محلول انجام گردید.

آزمایش‌های الکتروشیمیایی

برای تعیین رفتار الکتروشیمیایی فلز مس در محلول‌های فوق، پس از تمیز نمودن فلز مس بوسیله غوطه‌ور نمودن آن در استون و سپس شستشو با آب مقطر، از روش‌های پلاریزاسیون آندی و کاتدی استفاده شدند و از روی شیب‌های تافل سرعت خوردگی فلز مس در هر محلول تعیین گردید. سرعت اسکن برای انجام منحنی‌های پلاریزاسیون 0.28 میلی ولت به ثانیه انتخاب شد. منحنی پلاریزاسیون از 250 میلی ولت نسبت به پتانسیل مدار باز فلز مس شروع و تا 250 میلی ولت نسبت به آن پلاریزه گردید (شکل ۲) منحنی‌های نوعی پلاریزاسیون آندی و کاتدی و محل بر خورد شیب‌های تافل که شدت جریان خوردگی است برای فلز مس در آب سنتز شده با $TOC=3ppm$ و غلظت آلوم برابر با $12ppm$ با $pH=7.5$ را نشان می‌دهد. از روی منحنی‌های شکل (۲) خط‌های تافل آندی و کاتدی را رسم کرده تا یکدیگر را در نقطه‌ای قطع کنند که این نقطه معادل با شدت جریان خوردگی می‌باشد. سپس این شدت جریان خوردگی با استفاده از جدول تبدیل شدت جریان خوردگی به نرخ خوردگی بر حسب MPY تبدیل می‌گردد [9].

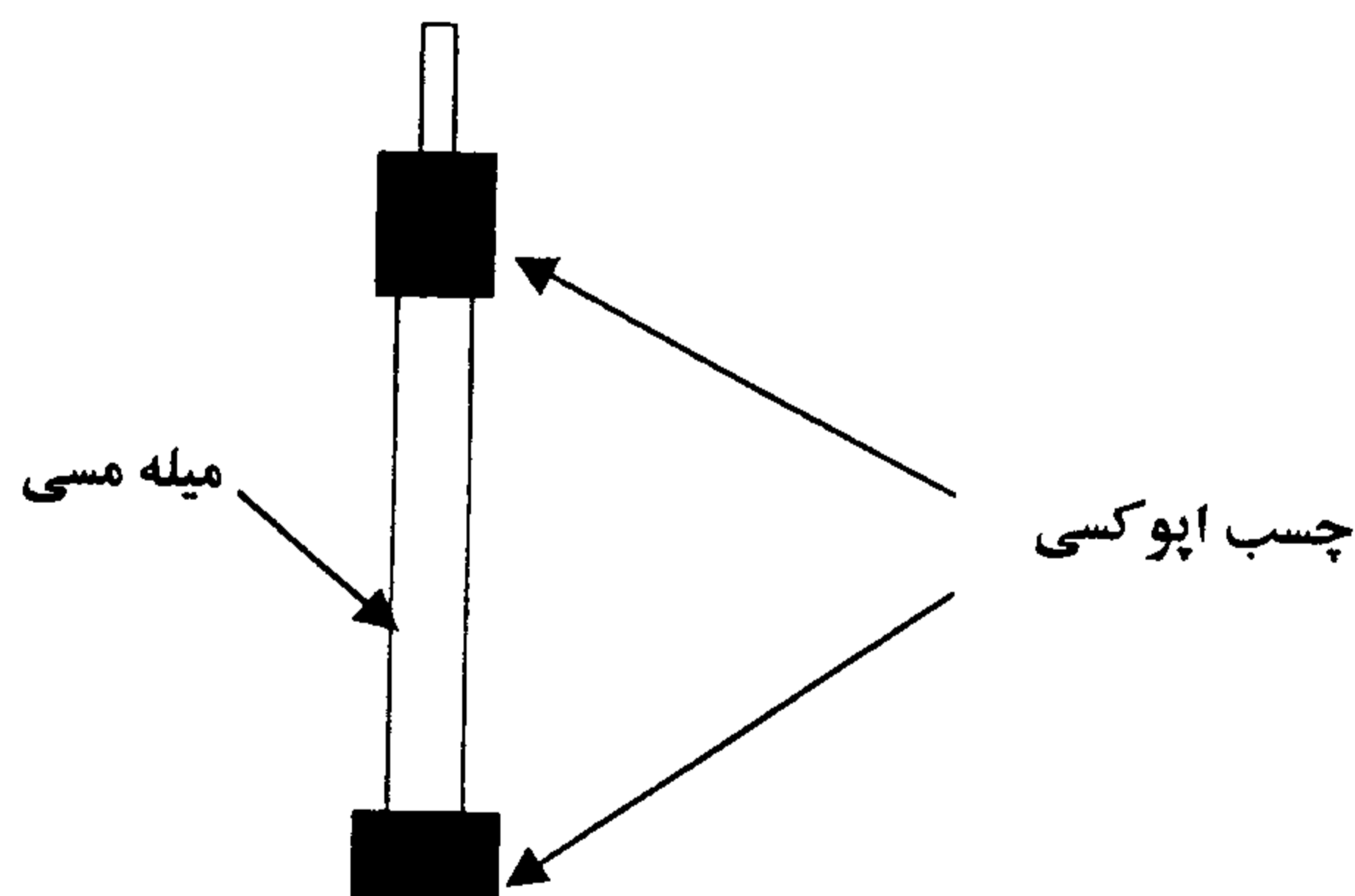
فلزات دیگر می‌شود که این امر از مدت‌ها قبل شناخته شده است [۵]. در حقیقت تحقیقات زیادی در مورد خوردگی فلزات در محلول‌های آبی حاوی مواد آلی با وزن ملکولهای کم و زیاد انجام شده است [۸،۷،۶]. جدایی مواد آلی برای تأمین مقررات مربوط به حذف این مواد در آب آشامیدنی بوسیله مواد منعقد کننده مانند آلوم و کلروفریک ممکن است تغییراتی در کیفیت آب بوجود آورد. این تغییرات ممکن است در اثر افزایش غلظت یونهای کلر یا سولفات ایجاد شود که در نتیجه خورنده‌تر شدن آب را سبب میشود.

هدف از این مطالعه بررسی اثر اضافه نمودن مواد منعقدکننده آلوم و کلروفریک در غلظت‌های مختلف به آب آشامیدنی اصفهان و بررسی خوردگی آب بر روی فلز مس میباشد. همچنین برای بررسی تأثیر pH در حضور اضافه مواد منعقد کننده از آب سنتز شده استفاده گردید تا شدت خوردگی فلز مس در آن بررسی گردد.

روش تحقیق

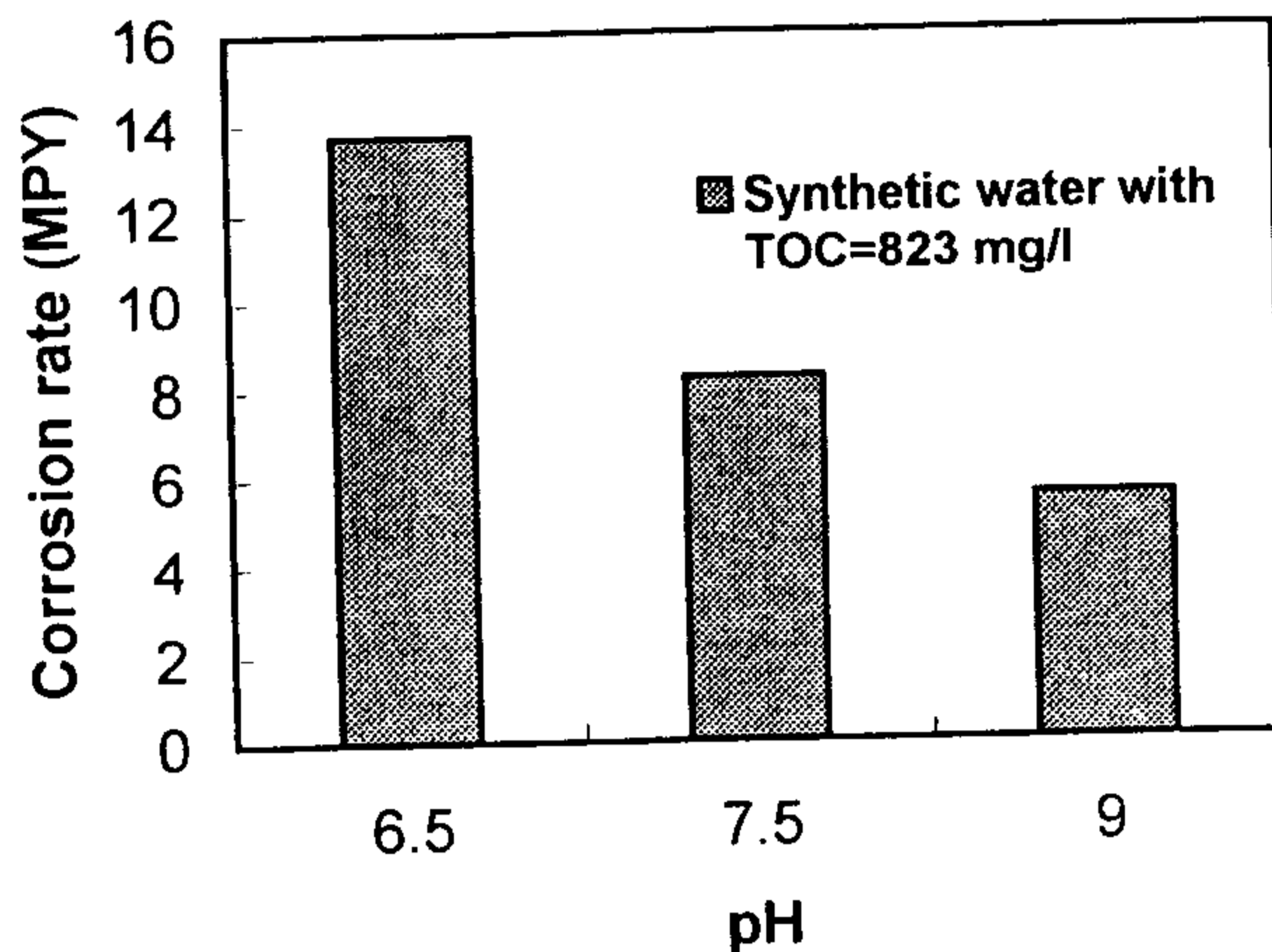
تهیه نمونه

نمونه‌های مسی استوانه‌ای شکل بقطر $9/8$ میلی متر و ارتفاع 3 سانتی‌متر تهیه شدند. یک انتهای نمونه تا ارتفاع 1 سانتی‌متر بوسیله چسب اپوکسی پوشانده شد تا بتوان برای انجام آزمایش‌های الکتروشیمیایی سطح معینی از نمونه را در محلول قرار داد و از فصل مشترک الکترولیت/هوا که باعث ایجاد پیل دمشی می‌گردد جلوگیری نمود. شماتیکی از نمونه مسی در شکل (۱) نشان داده شده است.

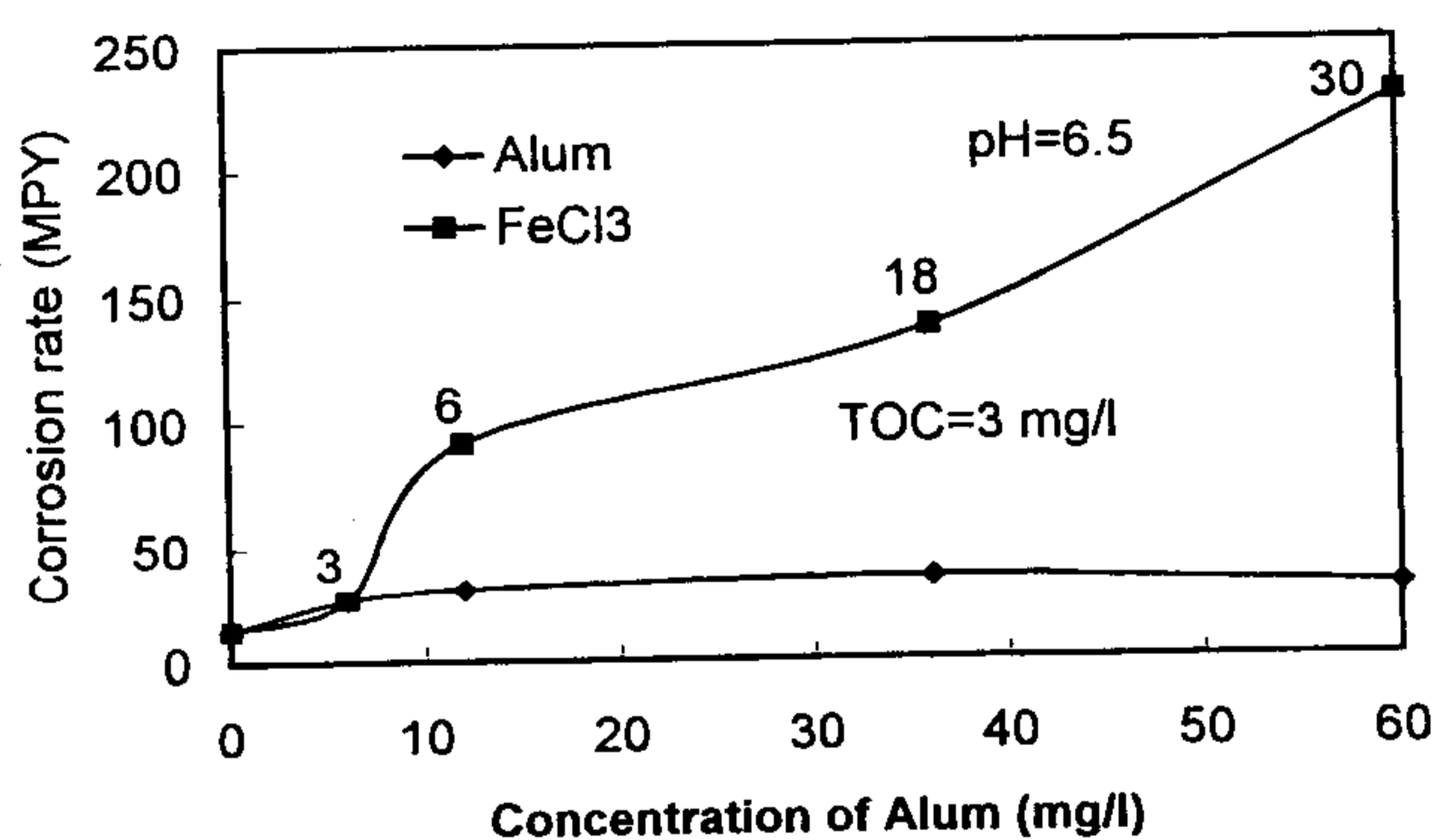


شکل ۱: شماتیکی از نمونه مسی برای انجام تست‌های الکتروشیمیایی.

بیشتر از آلوم است. با توجه به اینکه تا مقدار ۳ ppm از کلرور فریک در مقایسه با غلظت معادل از ۶ ppm از آلوم سرعت خوردگی مس در آب تقریباً یکسان است بنابراین استفاده از کلرور فریک تا این غلظت نسبت به آلوم برتری دارد.



شکل ۳: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده با مواد آلی کربنی بدون مواد منعقد کننده.

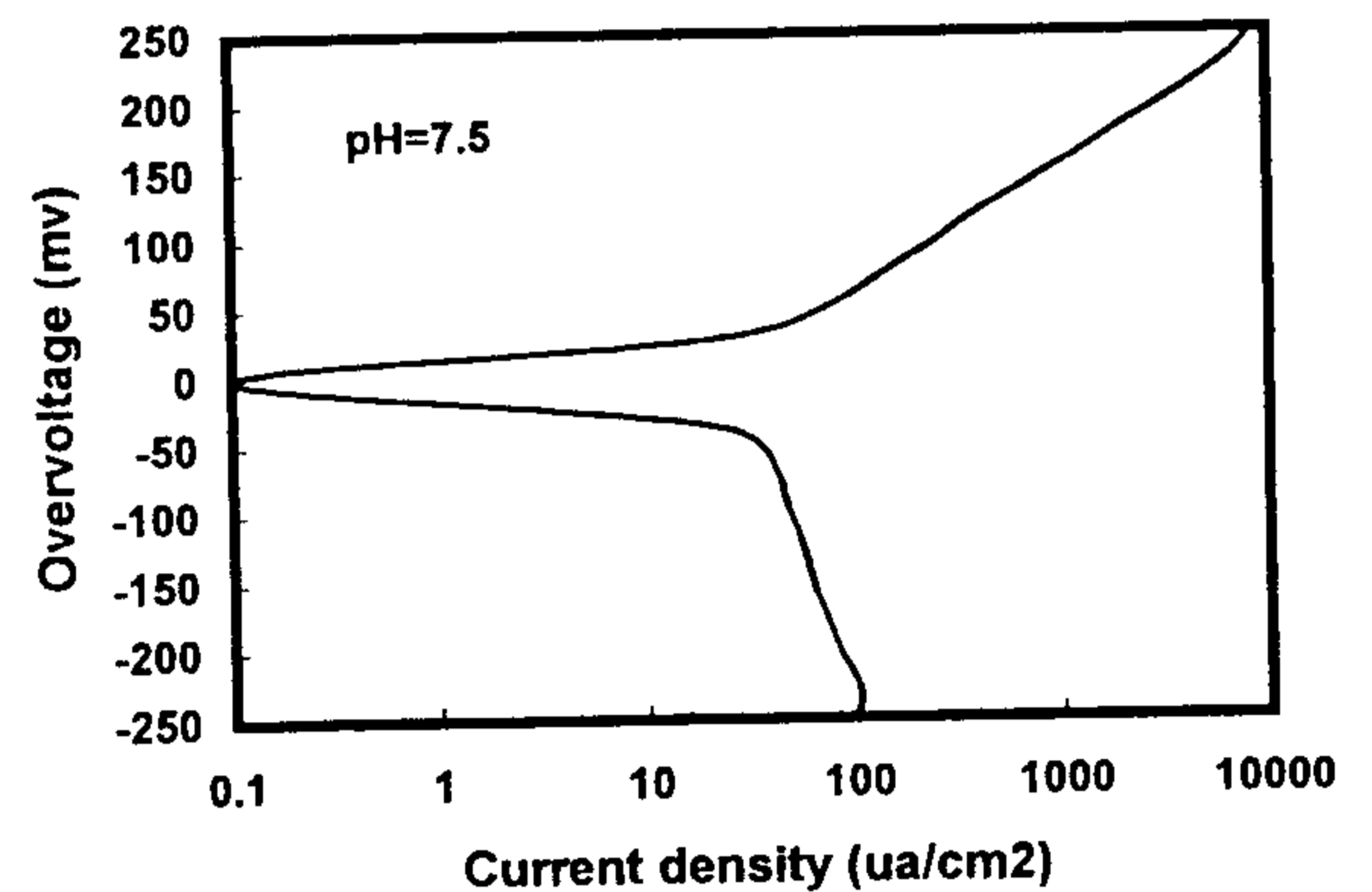


شکل ۴: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده نسبت به غلظت آلوم و کلرور فریک در pH = ۶/۵. غلظت کلرور فریک معادل با آلوم با اعداد بر روی منحنی نشان داده شده است.

شکل (۵) ارائه دهنده سرعت خوردگی مس در آب تهیه شده به روش سنتز حاوی TOC=۳ ppm و pH=۷/۵ نسبت به غلظت آلوم و کلرور فریک می باشد. در این pH که در محدوده آب آشامیدنی است و همچنین در محدوده pH مناسب برای انعقاد آلوم و کلرور فریک می باشد تا غلظت ۶ ppm از کلرور فریک

جدول ۱: ترکیب آب تهیه شده به روش سنتز.

| غلظت مواد در آب مقطر (M) | مواد |
|--------------------------|--|
| 0.002 | SO ₄ ²⁻ (از نمک سولفات سدیم) |
| 0.0002 | Cl ⁻ (از نمک کلرور سدیم) |
| 0.002 | CO ₃ ²⁻ (از کربنات سدیم) |



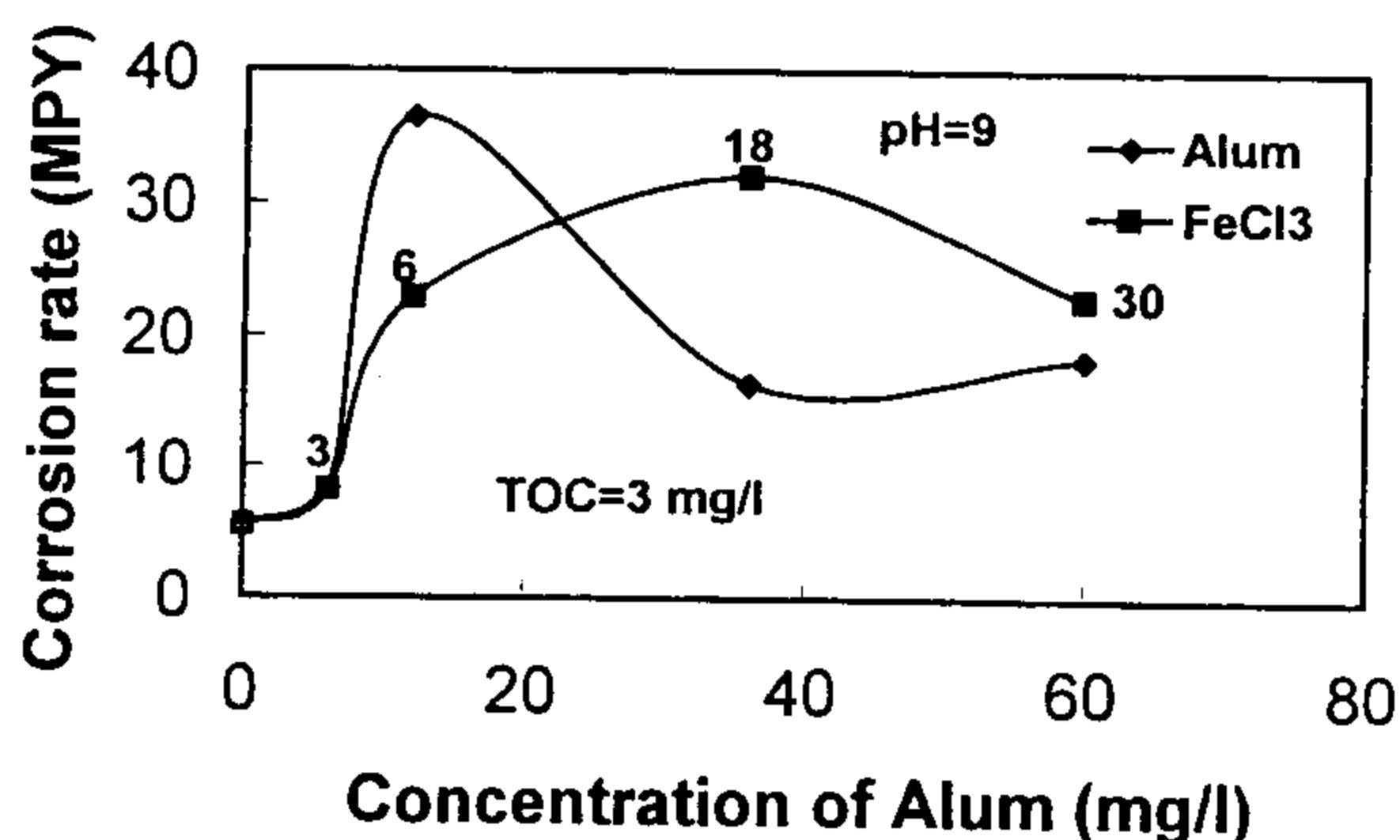
شکل ۲: منحنی نوعی پلاریزاسیون آندی و کاتدی برای مس در آب سنتز شده با TOC=3 ppm و Alum=12 ppm در pH=7.5

نتایج و بحث

شکل (۳) ارائه دهنده سرعت خوردگی مس در آب تهیه شده به روش سنتز حاوی TOC=۸۲۳ mg/l (کل کربن حاصل از مواد آلی در آب) بدون مواد منعقد کننده نسبت به pH آب می باشد. سرعت خوردگی مس در اینگونه آب با افزایش pH کاهش می یابد. افزایش pH از ۶/۵ به ۷/۵ باعث کاهش سرعت خوردگی مس تا حدود ۷۵٪ می شود. افزایش pH از ۶/۵ تا ۹ خوردگی مس را تقریباً تا ۱۳۰٪ کاهش می دهد. بنابراین در آب حاوی مواد آلی با افزایش pH سرعت خوردگی مس کاهش می یابد.

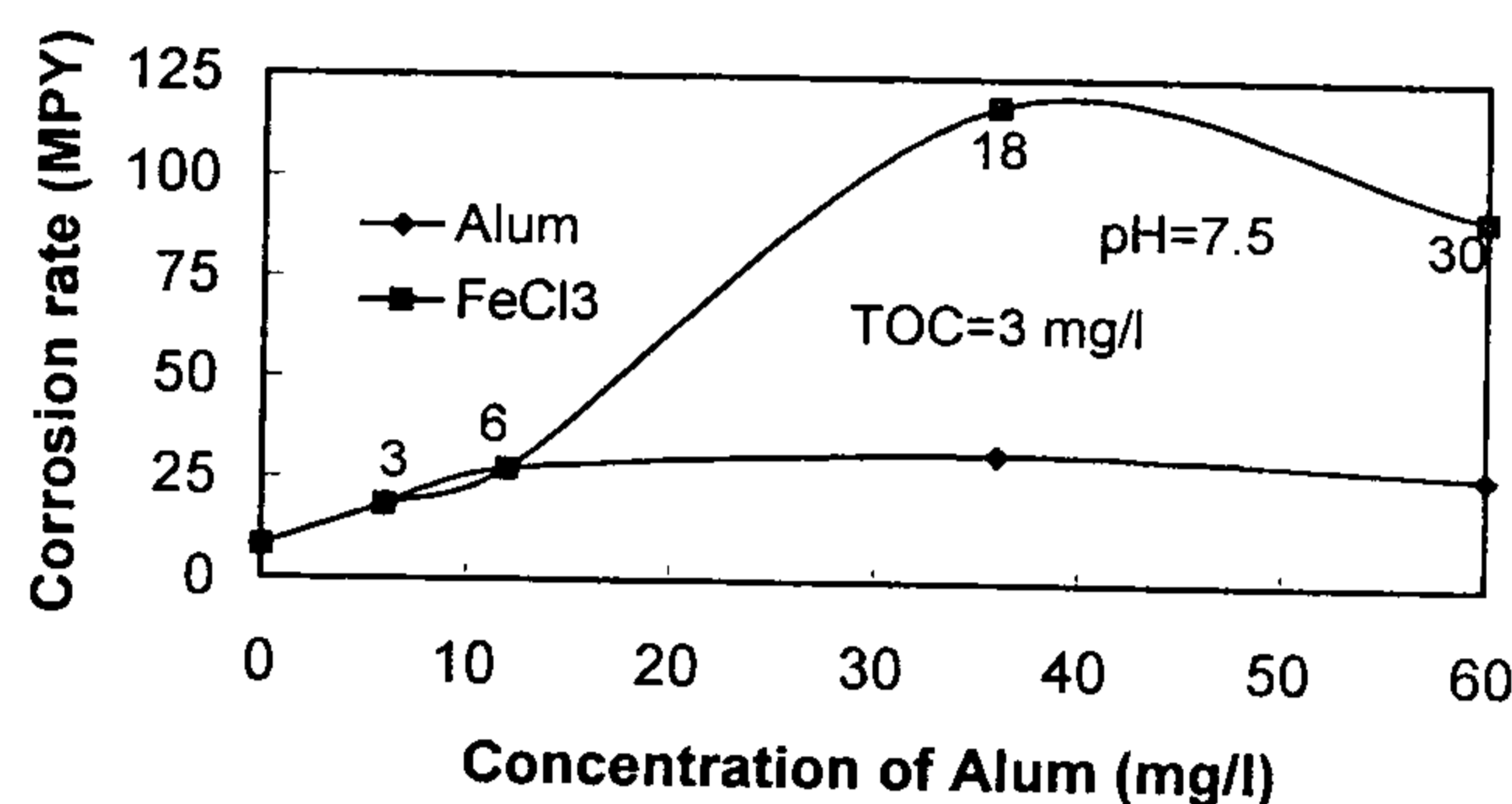
شکل (۴) سرعت خوردگی مس نسبت به غلظت آلوم و کلرور فریک در pH=۶/۵ در آب سنتز شده حاوی TOC=۳ mg/l را نشان می دهد. همانطوریکه ملاحظه می شود در این pH تا غلظت نزدیک به ۶ ppm از آلوم و معادل با ۳ ppm کلرور فریک سرعت خوردگی مس در آب سنتز شده یکسان است. اما بالاتر از این غلظت سرعت خوردگی در آب حاوی کلرور فریک در مقایسه با آب حاوی غلظت معادل از آلوم بشدت افزایش می یابد. این pH در محدوده های است که هر دو ماده منعقد کننده بخوبی عمل انعقاد را می توانند انجام دهند اما قدرت انعقاد کلرور فریک خیلی

pH نزدیک بهم می‌باشند. اما از این غلظت بالاتر سرعت خوردگی مس در pH های پائین‌تر شدیدتر می‌گردد. در pH=۹ سرعت خوردگی تا غلظت ۳۰ ppm از کلرور فریک روند تقریباً یکنواخت‌تری را بخود می‌گیرد. در حالیکه در دو pH دیگر با افزایش غلظت سرعت خوردگی افزایش می‌یابد.



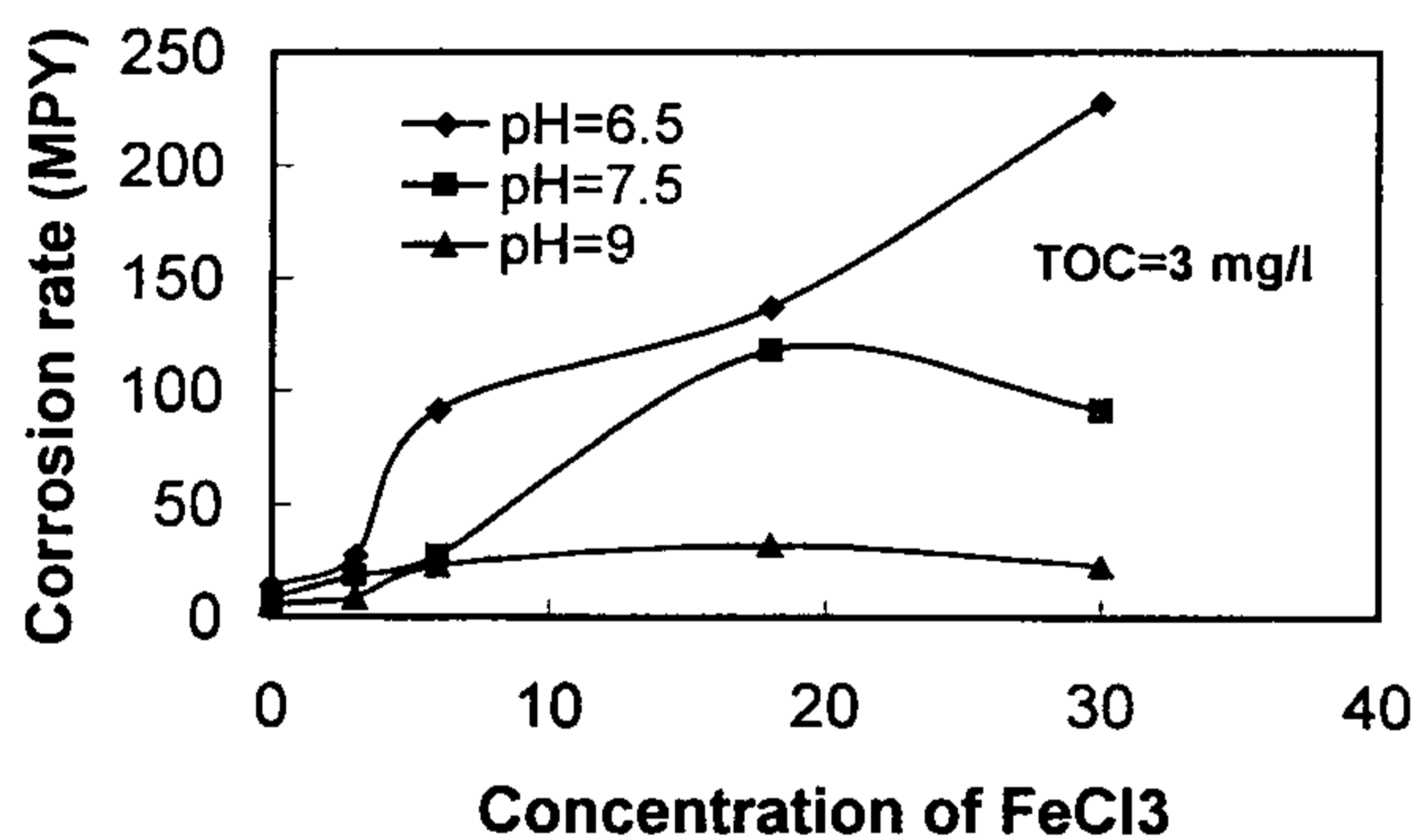
شکل ۶: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده نسبت به غلظت آلوم و کلرور فریک در pH = ۹. غلظت کلرور فریک معادل با آلوم با اعداد بر روی منحنی نشان داده شده است.

معادل با ۱۲ ppm از آلوم سرعت خوردگی مس در هر یک از دو ماده منعقد کننده تقریباً یکسان است. اما از این غلظت به بالا سرعت خوردگی در آب حاوی کلرور فریک در مقایسه با غلظت معادل از آلوم خیلی بیشتر است.



شکل ۵: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده نسبت به غلظت آلوم و کلرور فریک در pH = ۷/۵. غلظت کلرور فریک معادل با آلوم با اعداد بر روی منحنی نشان داده شده است.

شکل (۶) سرعت خوردگی مس در آب تهیه شده به روش سنتز با pH=۹ حاوی TOC=۳ mg/l نسبت به غلظت کلرور فریک و آلوم را نشان می‌دهد. در این pH تا غلظت ۳ ppm از کلرور فریک معادل با ۶ ppm از آلوم سرعت خوردگی مس در هر یک از دو ماده منعقد کننده یکسان است. اما از غلظت ۳ ppm تا تقریباً ۱۲ ppm از کلرور فریک که معادل با غلظت بین ۶ ppm تا ۲۴ ppm از آلوم می‌باشد سرعت خوردگی مس در آب حاوی کلرور فریک نسبت به آلوم کمتر است. اما از غلظت ۱۲ ppm از کلرور فریک به بالا که معادل با ۲۴ ppm از آلوم است سرعت خوردگی مس در آب حاوی کلرور فریک خیلی شدیدتر است. از مقایسه شکل‌های (۳)، (۴) و (۵) مشاهده می‌شود که با افزایش pH می‌توان غلظت بیشتری از کلرور فریک استفاده نمود که با غلظت معادل آن از آلوم دارای سرعت خوردگی مساوی و حتی کمتر از آلوم باشد.

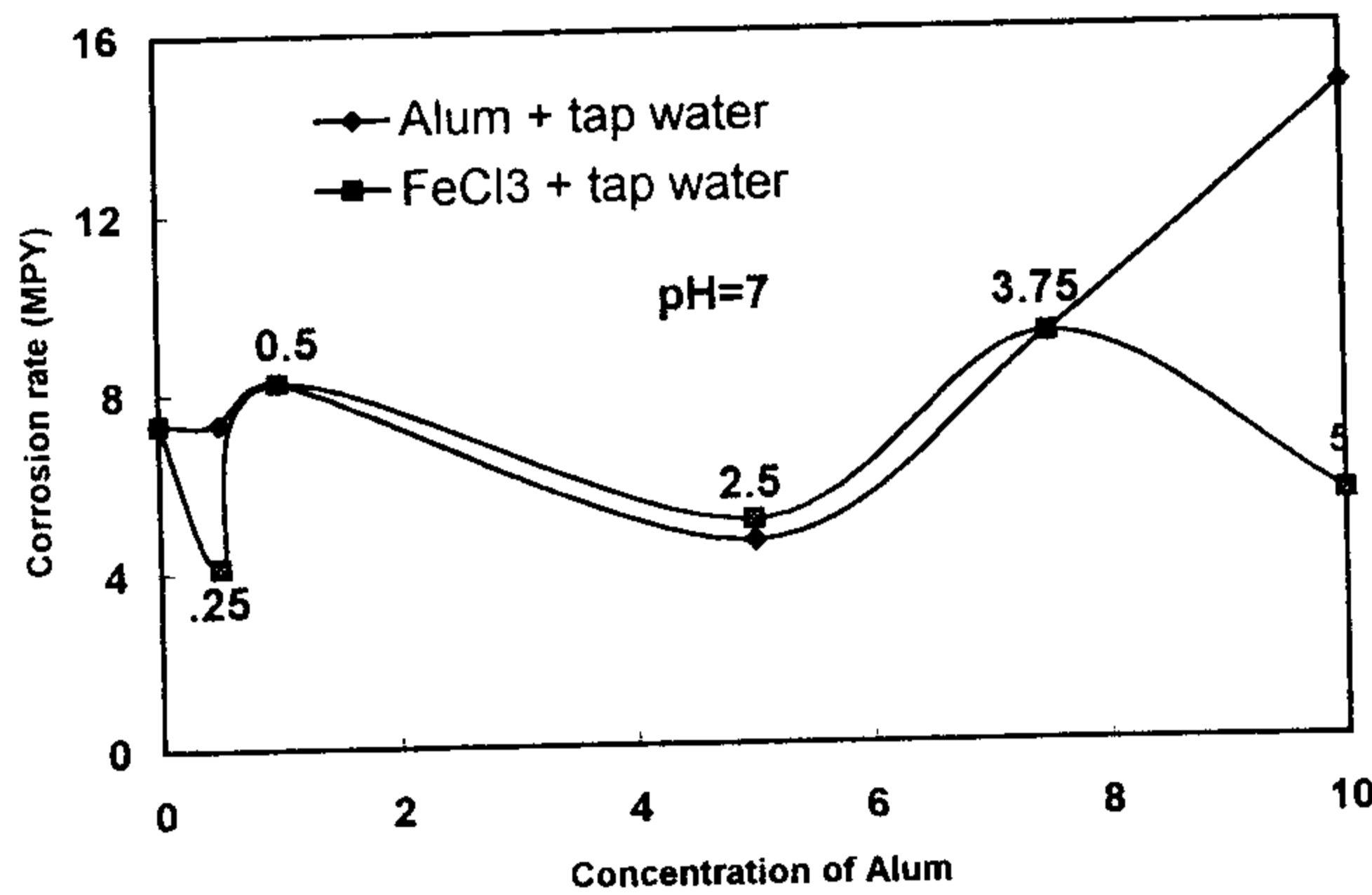


شکل ۷: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده نسبت به غلظت کلرور فریک در pH = ۳.

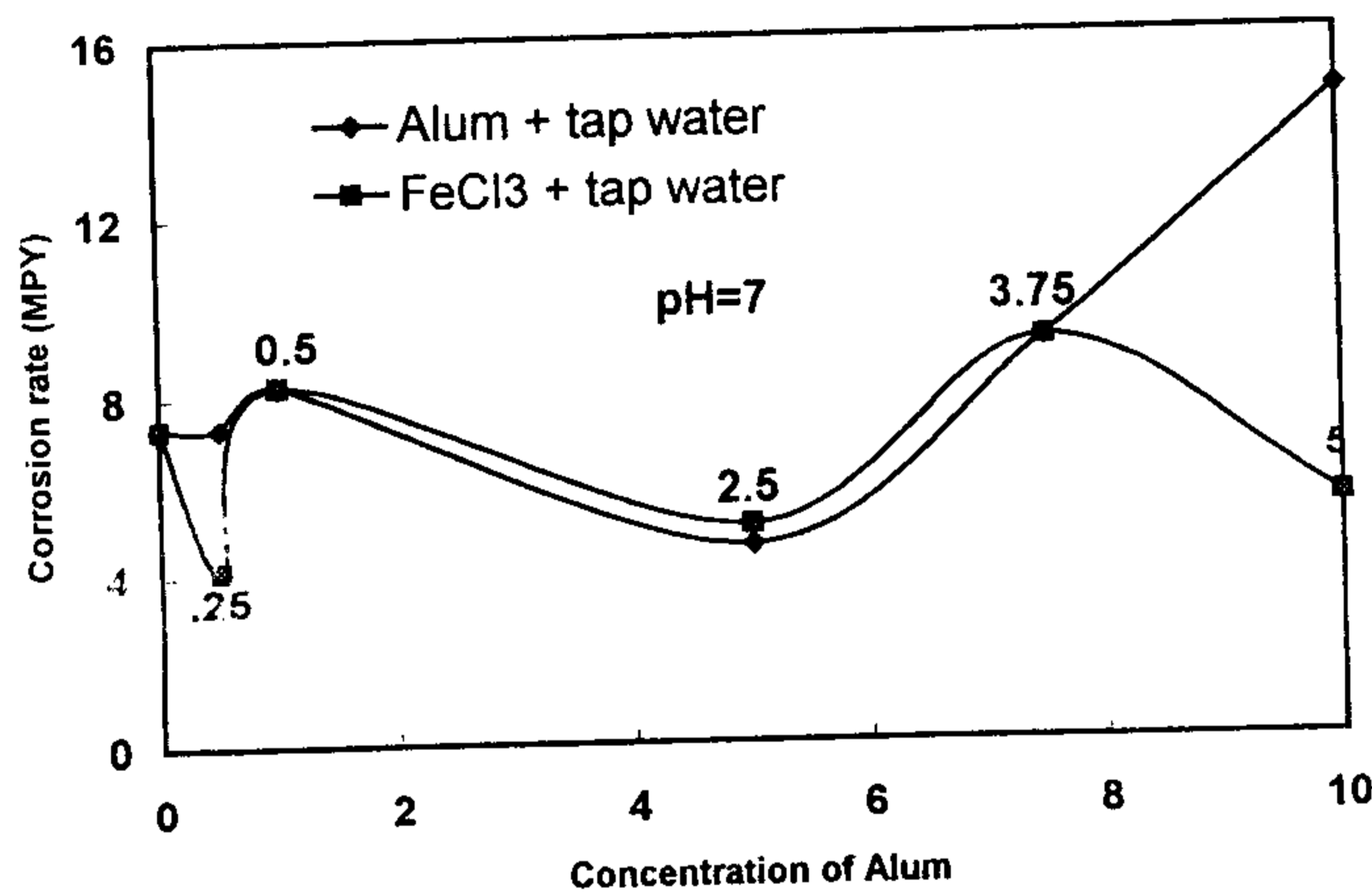
شکل (۸) سرعت خوردگی مس در آب سنتز شده حاوی TOC=۳ mg/l نسبت به غلظت آلوم در سه pH مختلف را نشان می‌دهد. همانطوریکه نتایج نشان می‌دهند سرعت خوردگی با افزایش pH روند نزولی را دارد، یعنی در pH=۶/۵ در کلیه

شکل (۷) سرعت خوردگی مس در آب سنتز شده حاوی TOC=۳ mg/l نسبت به غلظت کلرور فریک در سه pH مختلف نشان می‌دهد. همانطوریکه از نتایج مشخص است در غلظت‌های پائین تا حدود ۵ ppm از کلرور فریک سرعت خوردگی در سه

توانائی تشکیل فیلم را نداشته باشد یا در غلظت بالاتر در اثر افزایش یون کلر در محلول فیلم تشکیل شده مقاومت خود را در اثر حمله کلر از دست بدهد.



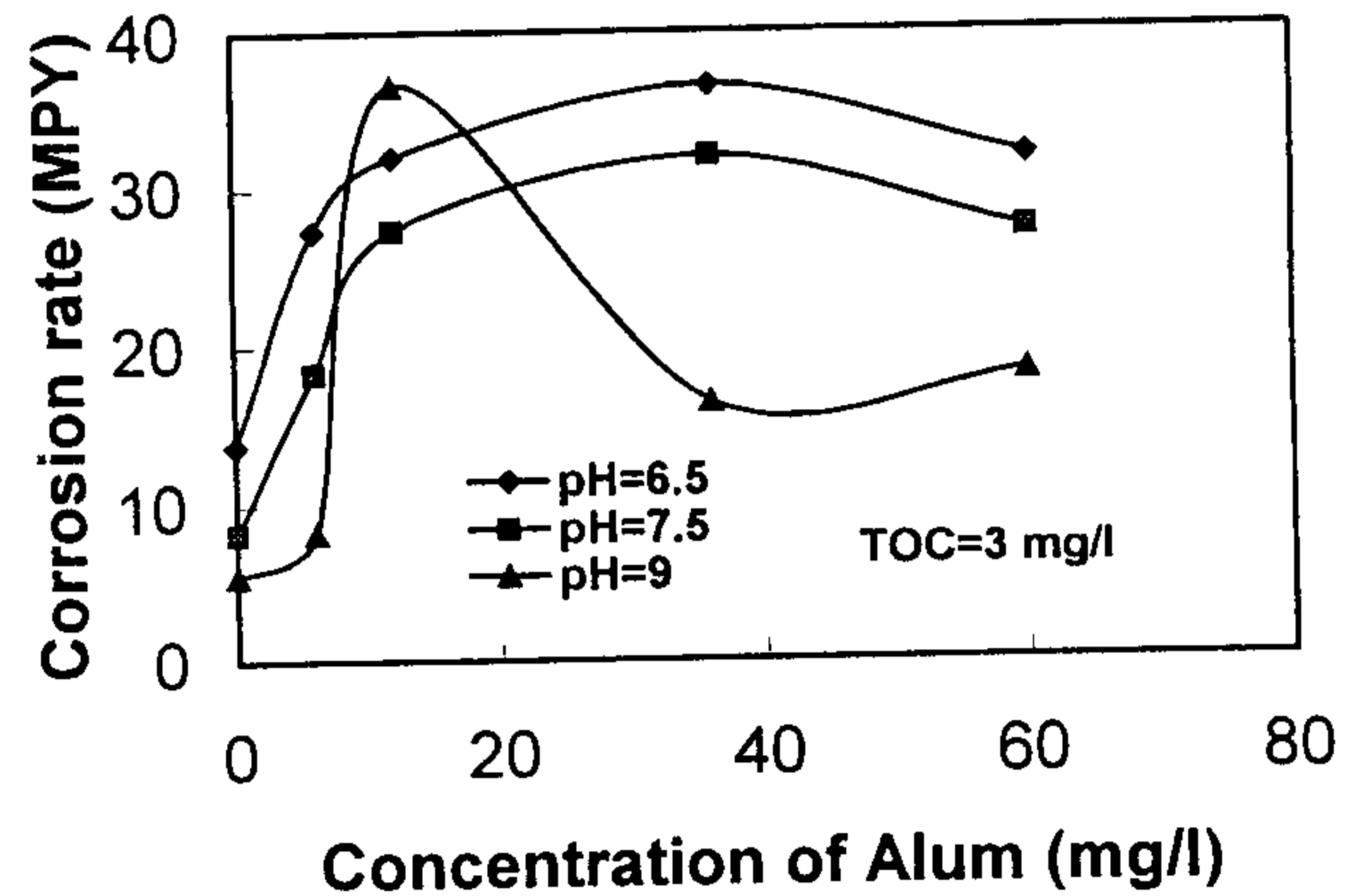
شکل ۹: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده نسبت به غلظت کلرور فریک و آلوم در آب اصفهان. غلظت کلرور فریک معادل با آلوم نصف آلوم است که بوسیله اعداد بر روی منحنی نشان داده شده است.



شکل ۱۰: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده نسبت به غلظت کلرور فریک و آلوم در آب اصفهان. غلظت کلرور فریک معادل با آلوم نصف آلوم است که بوسیله اعداد بر روی منحنی نشان داده شده است.

شکل (۱۱) در صد حذف کل کربن حاصل از مواد آلی (TOC) در آب نسبت به غلظت آلوم در آب با $pH=5/5$ و ppm را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند که در غلظت ppm از آلوم در صد حذف TOC خیلی سریع می‌باشد و به ۴۳ در صد می‌رسد. اما با افزایش بیشتر غلظت آلوم افزایش در

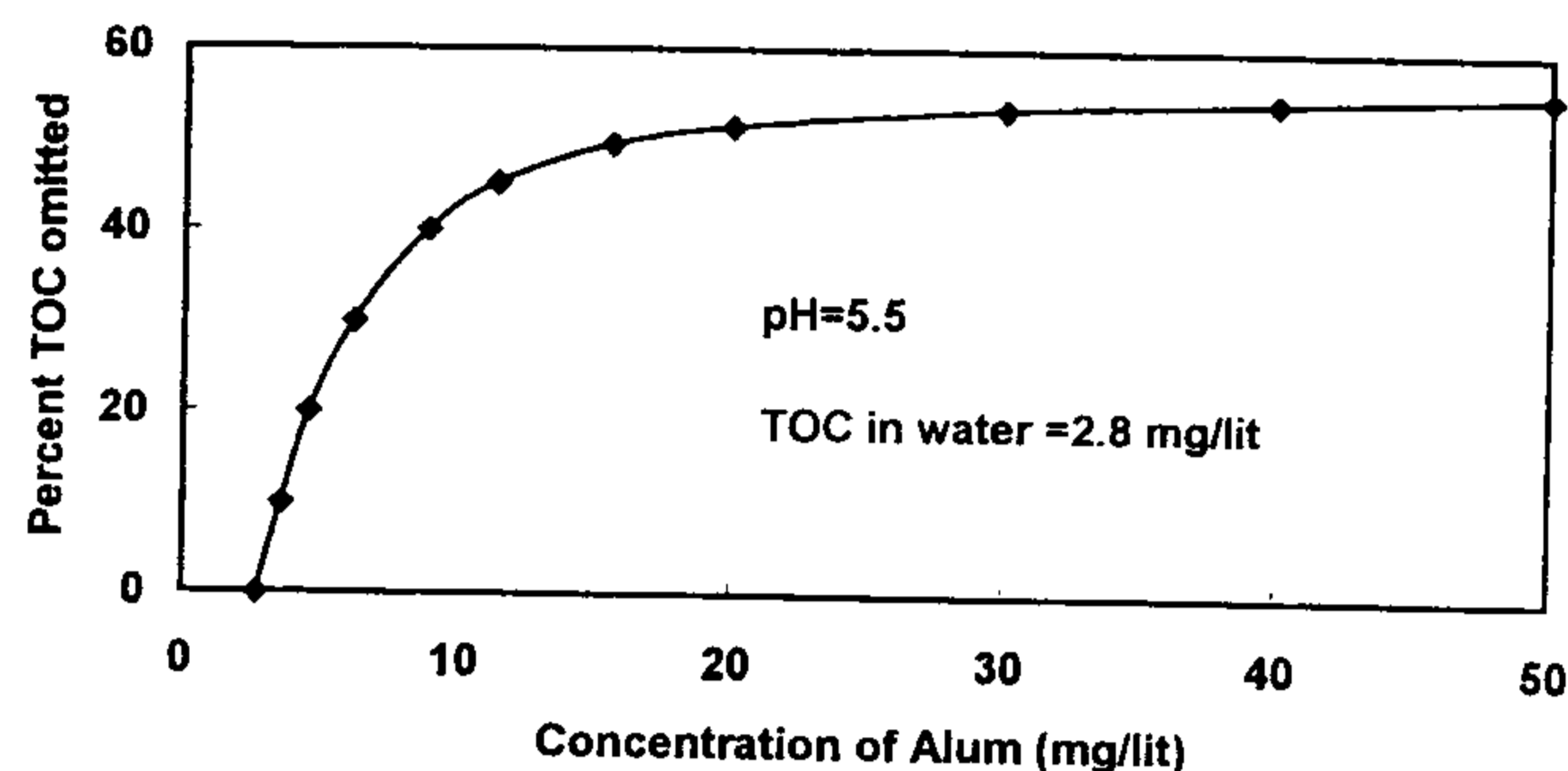
غلظتهای از آلوم سرعت خوردگی بیشتر از $pH=7/5$ و $pH=9$ می‌باشد بجز در غلظت $12 ppm$ از آلوم که برای $pH=9$ سرعت خوردگی بیشتر از دو pH دیگر است. با توجه به اینکه مناسبترین pH برای آلوم در محدوده $5/5$ تا $7/5$ می‌باشد، لذا می‌توان با تنظیم pH آب برابر با $7/5$ سرعت خوردگی ناشی از آلوم را کاهش داد.



شکل ۸: سرعت خوردگی فلز مس در آب سنتز شده نسبت به غلظت آلوم در $pH=3$.

شکل‌های (۹) و (۱۰) ارائه دهنده سرعت خوردگی مس نسبت به غلظت آلوم و کلرور فریک معادل در آب اصفهان در $pH=7$ را نشان می‌دهد. همانطوریکه ملاحظه میشود تا غلظت $8 mg/l$ از آلوم معادل با $4 ppm$ از کلرور فریک سرعت خوردگی در هر یک از دو ماده منعقد کننده نزدیک بهم می‌باشد اما در غلظت بین $4 ppm$ تا $7/5 ppm$ از کلرور فریک معادل با $8 ppm$ تا $15 ppm$ از آلوم سرعت خوردگی مس در آب اصفهان حاوی کلرور فریک کمتر از آلوم می‌باشد. اما از غلظت $20 ppm$ از آلوم معادل با $10 ppm$ از کلرور فریک سرعت خوردگی مس در آب اصفهان حاوی کلرور فریک بیشتر می‌باشد و با افزایش غلظت آلوم از $20 ppm$ به بالا سرعت خوردگی ناشی از آلوم رو به کاهش می‌نهد. در حالیکه در غلظتهای معادل با آن از کلرور فریک افزایش می‌یابد. علت آنکه در غلظت بین $4 ppm$ تا $7/5 ppm$ از کلرور فریک سرعت خوردگی مس کمتر میشود ممکن است در اثر تشکیل شدن فیلم مقاوم اکسید مس در سطح مس باشد چون کلرور فریک خود یک اکسید کننده است که میتواند در غلظت معینی فیلم مقاوم ایجاد نماید اما در غلظت پائین تر ممکن است

صد حذف TOC کم می‌باشد.



شکل ۱۱: درصد حذف TOC در آب نسبت به غلظت آلوم اضافه شده به آب در شرایطی که آب دارای pH=5.5 و TOC=2.8 mg/l می‌باشد [۱۰].

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق در آب اصفهان و آب حاصل از سنتز می‌توان نتایج را به صورت زیر جمع بندی کرد.

۱- در آب بدون ماده منعقد کننده و با $\text{TOC}=823 \text{ ppm}$ ، سرعت خوردگی مس با افزایش pH از ۶/۵ تا ۹ کاهش می‌یابد.

۲- در آب تهیه شده به روش سنتز در $\text{pH}=6/5$ تا غلظت 3 ppm از کلرور فریک معادل با 6 ppm از آلوم سرعت خوردگی مس در هر دو ماده منعقد کننده یکسان است. اما از این غلظت به بالا سرعت خوردگی آب با کلرورفریک بشدت افزایش می‌یابد در حالیکه برای آلوم تقریباً یکنواخت باقی می‌ماند.

۳- در آب سنتز شده با $\text{pH}=7/5$ استفاده از کلرورفریک تا غلظت 6 ppm که معادل با غلظت 12 ppm از آلوم است سرعت خوردگی در هر دو ماده منعقد کننده یکسان است. با افزایش غلظت از مقدار 6 ppm به بالا سرعت خوردگی کلرورفریک بشدت افزایش می‌یابد در حالیکه برای آلوم تقریباً یکنواخت می‌ماند.

۴- در آب سنتز شده با $\text{pH}=9$ تا غلظت 12 ppm از کلرور فریک معادل با 24 ppm از آلوم سرعت خوردگی مس در آب با هر دو ماده منعقد کننده یکسان و حتی برای کلرور فریک کمتر از آلوم است.

۵- سرعت خوردگی مس در آب سنتز شده با $\text{pH}=9$ تا غلظت 30 ppm از کلرور فریک زیر 30 MPY می‌باشد در حالیکه در

بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده مشخص می‌شود که غلظت مناسب برای حذف TOC در آب از طریق ماده منعقد کننده آلوم 10 ppm می‌باشد که هم تقریباً بالاترین درصد حذف را ایجاد می‌کند و هم از نظر اقتصادی در مقایسه با غلظتهای بالاتر مقرون به صرفه‌تر است. لذا با توجه به این نتایج، استفاده از کلرور فریک در غلظتی معادل با 10 ppm از آلوم که معادل با 5 ppm از کلرور فریک می‌باشد علاوه بر اینکه قدرت انعقاد بیشتری نسبت به آلوم ایجاد می‌کند، سرعت خوردگی مس هم در آب کمتر از غلظت معادل آن از آلوم می‌باشد. در صورت نیاز به مقدار بیشتر از کلرور فریک برای حذف مواد آلی در آب می‌توان با توجه به نتایج ارائه شده در این مقاله، pH آب را افزایش داد و از ۷ به ۹ رساند. با افزایش pH آب می‌توان غلظت کلرور فریک را زیادتر نمود و هنوز سرعت خوردگی را در محدوده قابل قبول نگه داشت. امروزه کلرور فریک بعنوان یک ماده منعقد کننده بسیار فعال و با قدرت در مقایسه با آلوم معرفی شده است. از امتیازهای کلرور فریک آنست که دارای قدرت ساختن لخته‌های سنگین و همچنین غیر محلول بودن این لخته‌ها در محدوده pH بین ۵ تا ۱۱ می‌باشد که باعث ته نشینی سریع لخته‌ها می‌گردد. علاوه بر آن زمانیکه کلرور فریک به آب اضافه می‌شود تولید اسید نمی‌کند تا قلیائیت آب را کاهش دهد و در دماهای سرد هم قدرت انعقاد خوبی دارد در حالیکه آلوم قدرت انعقاد کمتری نسبت به

معادل با ۸ppm از آلوم است سرعت خوردگی مس در هر دو ماده منعقد کننده یکسان است. اما از ۴ppm تا ۷/۵ppm از کلرور فریک که معادل با ۸ppm تا ۱۵ppm از آلوم است سرعت خوردگی مس در کلرور فریک کمتر از آلوم است.

قدردانی و تشکر

هزینه این پروژه توسط دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است. مجری پروژه از مسئولین محترم پژوهشی دانشگاه بخاطر حمایت مالی این پروژه تشکر و قدردانی مینماید. در ضمن از آقایان اصغر فعلی و محمدرضا اعلانی بخاطر همکاری در پروژه تشکر میگردد.

pH=۶/۵ و pH=۷/۵ خیلی بیشتر از pH=۹ می باشد. بنابراین پیشنهاد می گردد که با توجه باینکه لخته سازی منعقد کننده کلرور فریک در محدوده ۱۱ تا pH=۵ میباشد در صورت نیاز به غلظت بالا از کلرور فریک pH آب در محدوده ۹ تنظیم شود تا خوردگی آن کاهش یابد.

۶- در یک غلظت معادل از آلوم و کلرور فریک، خوردگی آلوم در آب سنتز شده با pH=۶/۵ تا pH=۷/۵ که محدوده مناسب برای انعقاد آلوم است در مقایسه با خوردگی کلرور فریک در آب سنتز شده یکسان با pH=۹ که در محدوده مناسب برای انعقاد کلرور فریک است بیشتر است.

۷- در آب اصفهان اضافه نمودن کلرور فریک تا غلظت ۴ppm که

مراجع

- 1 - Water, W. (1993). *American Water Works Association*, Vol. 29, P. 5.
- 2 - Tames M. (1985). "Water treatment, principles and design." *Montgomery Consulting Engineers*, John Wiley and Sons, NewYork, P. 32.
- 3 - Rook, J. (1974). "Formation of haloforms during chlorination of natural waters." *Water Treatment Exam*, Vol. 23, P. 234.
- 4 - Trussell, R. R. and Umphres, M. D. (1978). "The formation of trihalomethanes." *J. AWWA*, Vol. 70, P. 168.
- 5 - Kristiansen, H. (1981). "Corrosion and corrosion prevention in distribution systems." *Norwegian Institute for Water Research*, PP. 561-582.
- 6 - Raicheva, N. (1993). *Corrosion Science*, Vol. 34, No. 2, PP. 343-350.
- 7 - Michelhaugh, S. L. (1991). *Corrosion*, Vol. 47, No. 1, PP. 322-328.
- 8 - Saleh, A. M., Ismail, A. A. and El. (1982). *Hosary, British Corrosion Journal*, Vol. 17, No. 3, PP. 131-135.
- 9 - Uhlig, H. H. (1974). *Corrosion and corrosion control*. John Wiley & Sons Inc., PP. 407-408.
- 10 - Harrington, G. W., Chowdhury, Z. K. and Owen, D. M. (1992). "Developing a computer model to simulate DBP formation during water treatment." *Journal of AWWA*, Vol. 84, No. 11, PP. 78-87.

