



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر  
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال دهم، شماره‌ی ۳۹  
تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۳-۱

## تهیه کوهیدروژل پلی (وینیل پیرولیدون - کو- آلایل آمین هیدروکلراید) و بررسی جذب مشتقات نانونیتروفنل از آب‌های آلوده

افسانه محمدپور

گروه شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

امیر سپهریان آذر

گروه شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

Email: a-sepehrian-azar@iau-ahar.ac.ir

محسن فمی

گروه مهندسی شیمی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده

آب یکی از مهم‌ترین مواد شیمیایی و مایع حیاتی است که بدون آن ادامه زندگی جانداران ممکن نیست. امروزه بسیاری از عوامل موجب آلودگی آب‌های محیط زیست می‌شوند که ما در این مقاله سعی در جذب مشتقات نانونیتروفنل از آب‌های آلوده توسط کوهیدروژل پلی (وینیل پیرولیدون - کو- آلایل آمین هیدروکلراید) را داریم. در این پروژه با استفاده از پلیمریزاسیون رادیکال آزاد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت ۵ ساعت و ۲۰ دقیقه با استفاده از A.I.B.N به عنوان آغازگر N و N' متیلن بیس آکریل آمید بعنوان عامل شبکه‌ساز، کوهیدروژل پلی (وینیل پیرولیدون - کو- آلایل آمین هیدروکلراید) تهیه شدند. مهم‌ترین قسمتی که در گام بعدی تحقیق بود، بررسی جذب ماده سمی نیتروفنول از آب آلوده توسط هیدروژل‌ها بود، در این کار توسط ۵ الی ۲۰ ppm نیتروفنول و مقدار ۰/۲، ۰/۰۵، ۰/۱ گرم هیدروژل در نسبت‌های مختلف مونومری (۱:۱، ۰/۰۵: ۱:۲) جذب انجام گرفت که با افزایش مقدار هیدروژل و همچنین افزایش غلظت نیتروفنول راندمان جذب افزایش یافت.

**کلیدواژه:** کوهیدروژل، وینیل پیرولیدون، پلی آلایل آمین هیدروکلراید، نیتروفنول.

## مقدمه

هیدروژل‌ها شبکه‌های سه بعدی آب دوستی هستند که قادر به فرو بردن مقدار زیادی آب یا مایعات بیولوژیکی هستند [۲-۲]. هیدروژل‌ها به علت داشتن گروه‌های عاملی مثل  $\text{SO}_3\text{H}$ ،  $\text{COOH}$ ،  $\text{NH}_2$  و... باعث کاربردهای گسترده در صنعت تصفیه آب و علم پزشکی مثل رهایش دارو به هدف، در علم کشاورزی آزاد سازی کود شیمیایی با کنترل دقیق آب و یا در تهیه لنزهای پزشکی دارد و با پیشرفت علم و تکنولوژی استفاده پیشرفته از این هیدروژل‌ها نیز صد چندان شده است [۳-۴].

این پلیمر وینیلی (وینیل پیرولیدون) زیست تخریب پذیر نیست اما زیست سازگاری خوبی دارد. مهم ترین ویژگی های پلی وینیل پیرولیدون که باعث شده به سرعت در طیف وسیعی از صنایع مورد استفاده قرار بگیرد عبارت است از: (۱) دامنه حلالیت و سازگاری وسیع (۲) توانایی در تشکیل کمپلکس با مواد دیگر (۳) توانایی تشکیل فیلم (۴) چسبندگی ذاتی

تولید کنندگان این پلیمر محصول خود را بر اساس K-value دسته بندی می کنند که رابطه مستقیمی با متوسط جرم مولکولی پلیمر دارد.

در مطالعه‌ی Ali و Yaung هیدروژل‌های پلیمری پلی (وینیل پیرولیدون/آکرلیک اسید) باردار شده از پلی وینیل پیرولیدون با وزن مولکولی معین آکرلیک اسید به وسیله‌ی کوپلیمریزاسیون القا شده با پرتو زایی تهیه شده است. امروزه توجه ویژه‌ای به هیدروژل‌هایی که در بردارنده گروه‌های تابع یونی، که می‌توانند یون‌های فلزات را از آب‌های زاید جذب و به تله بیندازند، داده می‌شود [۵-۶]. آلایل آمین یک پلیمر کاتیونی بوده و به علت این که به راحتی به محیط آبی یون وارد می‌کند به این نوع پلیمرها، پلیمرهای کاتیونی الکترولیت می‌گویند. پلی آلایل آمین به علت متعلق شدن به پلیمرهای آلیلی وزن مولکولی خیلی کمی دارد و دلیل آن

تخریب انتقال زنجیر می‌باشد یعنی با انتقال پروتون از زنجیر اصلی به روی پروتون زنجیر جانبی و برعکس از زنجیر جانبی به روی زنجیر اصلی مانع تولید پلیمر با وزن مولکولی بالا می‌شود [۷].

پلی آلایل آمین هیدروکلراید به علت داشتن گروه آمین کاربردهای گسترده‌ای در صنعت تصفیه آب و تهیه فیلم طبقه طبقه (L.B.L) و تهیه سنسورها در صنعت داروسازی دارند. در این پروژه از یک پلیمر محلول در آب و زیست سازگار با خواصی که در بالا اشاره شد و پلیمر دیگر کاتیونی مثل آلایل آمین هیدروکلراید استفاده گردید. در این کار کوپلیمر پیرولیدون (وینیل پیرولیدون - کو- آلایل آمین هیدروکلراید) با استفاده از پلیمریزاسیون رادیکال آزاد سنتز گردیده است که از آزو ایزو بوتیرو نیتریل به عنوان آغازگر، و متیلن بیس آکریل امید به عنوان عامل شبکه‌ساز در ۷۰ درجه سانتی گراد و در ۵:۲۰ ساعت در نسبت‌های ۱:۱ و ۱:۲ و ۱:۵ خوراک بدست آمد.

## مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی که در این تحقیق جهت پلیمریزاسیون و تولید هیدروژل مورد استفاده قرار گرفتند عبارت بودند از: وینیل پیرولیدون، آلایل آمین هیدروکلراید،  $\text{N}$  و  $\text{N}'$  متیلن بیس آکریل امید و آزو ایزو بوتیرو نیتریل، نیتروفلن خریداری شد.

آلیل آمین هیدروکلراید که با خلوص ۹۹٪ از شرکت آلد ریچ خریداری شد.

$\text{N}$ ،  $\text{N}'$  متیلن بیس آکریل امید با خلوص ۹۹٪ از شرکت آلد ریچ خریداری گردید و به عنوان عامل شبکه‌ساز مورد استفاده قرار گرفت.

نیتروفلن نیز بصورت ماده خشک تهیه شده و جهت بررسی آزمایشات جذب استفاده گردید.

آزوبیس ایزو بوتیرو نیتریل (AIBN) از شرکت مرک خریداری شد و به عنوان آغازگر مورد استفاده قرار گرفت.

برای تهیه هیدروژل ابتدا آلایل آمین هیدروکلراید و وینیل پیرولیدون را در مقدار مشخصی آب حل میکنیم که مقدار پلی آلایل آمین هیدروکلراید و وینیل پیرولیدون در جدول ۱ نشان داده شده است.

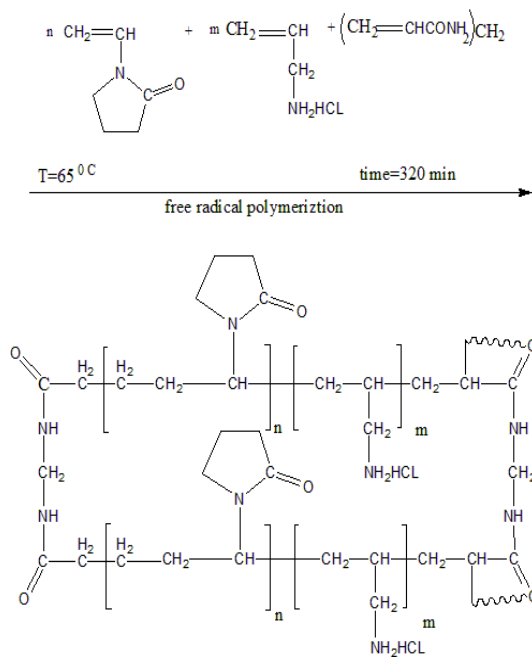
این مواد دارای کیفیت و خلوص بالایی بوده و به صورت خریداری شده مورد استفاده قرار گرفتند. آب مقطر مورد استفاده توسط دستگاه برنستد تهیه شد.

- روش های تهیه هیدروژل ها

جدول ۱- هیدروژل های تهیه شده از طریق پلیمریزاسیون رادیکال آزاد

نام هیدروژل	نسبت	وینیل پیرولیدون (mL)	پلی آلایل آمین هیدروکلراید (gr)	N'وN متیلن بیس آکریل آمید (gr)	آزو ایزوبوتیرونیتریل (gr)	H <sub>2</sub> O(ml)
A	1:1	1.076	0.095	0.002	0.002	2
B	1:0.5	1.076	0.056	0.002	0.002	2
C	1:2	1.076	0.194	0.002	0.002	2
D	Vp	1.076	-----	0.002	0.002	1
E	Allylamine	-----	0.095	0.002	0.002	1

- مکانیسم تهیه کوهیدروژل



- دستگاه های مورد استفاده

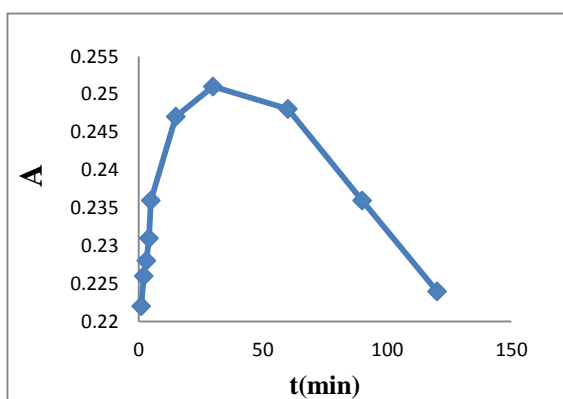
- دستگاه UV

برای بررسی حالت کمپلکس بین پلیمر الکترون دهنده و پلیمر الکترون گیرنده از دستگاه UV به مدل Biowave2 ساخت

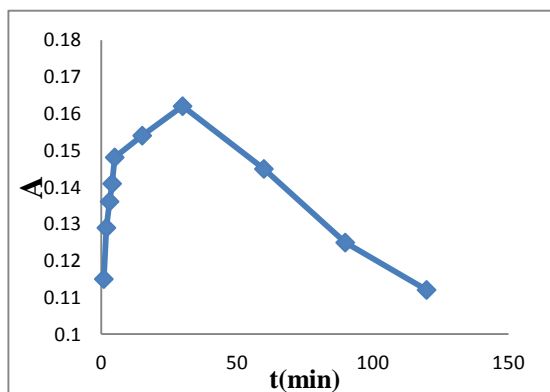
مقداری عامل شبکه ساز (N و N' متیلن بیس آکریل آمید) و آغازگر آزوبیس ایزوبوتیرونیتریل به این محلول ها اضافه شدند این مخلوط های متفاوت در لوله های هم شکل و هم اندازه و هم قطر ریخته شدند و در حمام آب گرم ۶۵-۷۰ درجه سانتی گراد برای پنج و نیم ساعت قرار گرفتند. بعد از سنتز ژل ها از نی خارج شده و به قسمت های تقریباً مساوی و هم اندازه بریده شدند.

بعد از وزن کردن به مدت ۲۴ ساعت در داخل آب مقطر قرار گرفتند، دوباره بعد از خارج کردن از آب مقطر وزن شدند و به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند باز وزن شده و این بار به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون ۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند.

بعد هیدروژل های خشک شده وزن شدند و میزان و درصد تورم آن ها در محلول هایی با pH، دما و غلظت نمک های مختلف سدیم کربنات و پتاسیم کلراید مورد بررسی قرار گرفتند.

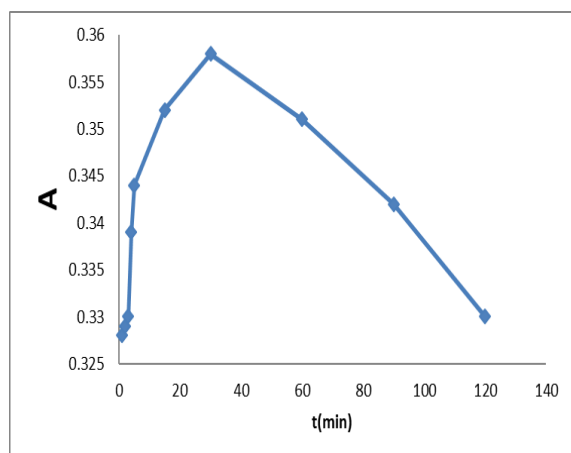


شکل ۲: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۱ در غلظت ۱۰ ppm



شکل ۳: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۱ در غلظت ۵ ppm

شکل ۴: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۱ در غلظت ۱۵ ppm



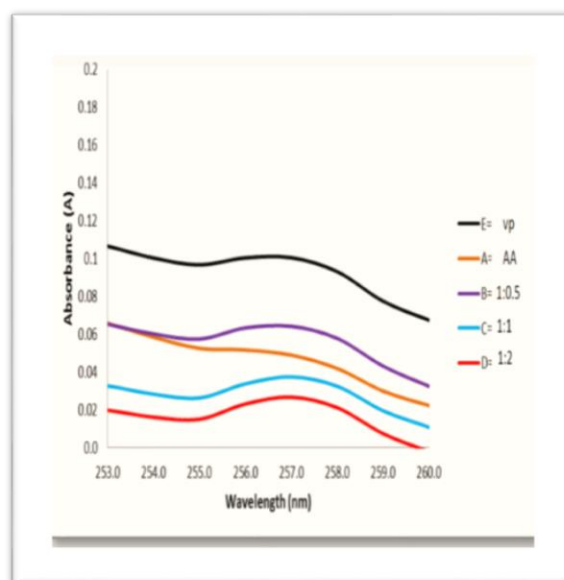
کشور انگلستان استفاده شد. برای تهیه محلول‌ها ابتدا از آب مقطر UV گرفته شد سپس محلول‌ها را در غلظت‌های مختلف تهیه و ناحیه جذب بین ۷۰۰-۲۰۰ نانومتر مورد بررسی قرار گرفت. سپس دو پلیمر با همدیگر مخلوط شدند باز به میزان جذب در ناحیه ۷۰۰-۲۰۰ نانومتر پرداخته شد.

-آزمایشات جذب

برای بررسی اینکه کدام نمونه از هیدروژل جذب بهتری دارد، از تمامی نمونه‌ها با وزن‌های یکسان در غلظت‌های یکسان محلول حاوی ماده نیترو فنول طیف جذب گرفتیم.

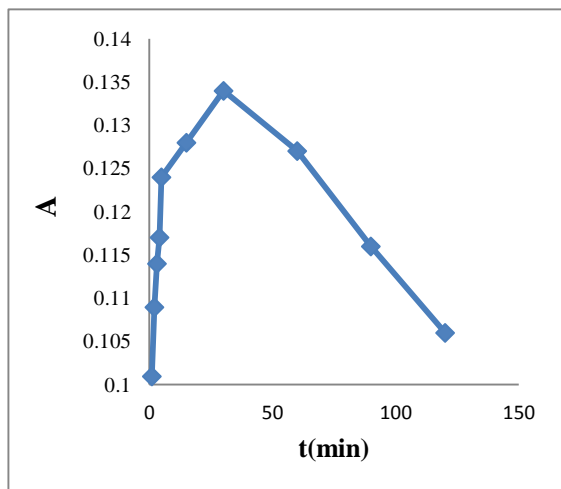
## یافته‌ها و بحث

-طیف UV

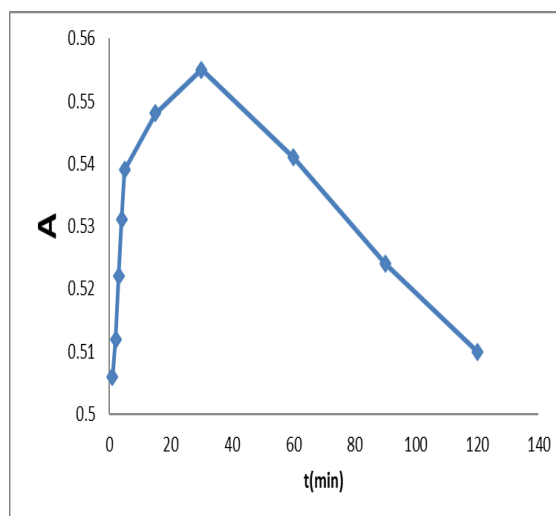


شکل ۱: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت‌های مختلف

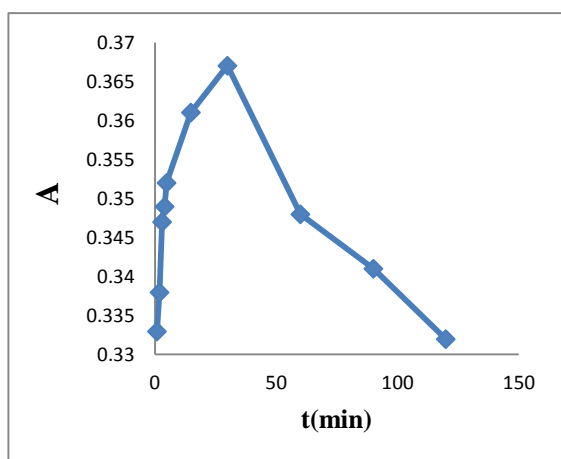
- بررسی طیف جذب در نسبت‌های مختلف هیدروژل  
بررسی طیف جذب کو هیدروژل ۱:۱ به وزن ۰/۰۵ گرم در محلول ۲۰ ppm-۵ ppm نیترو فنول در دمای ۲۵ درجه سانتی-گراد و pH=۷



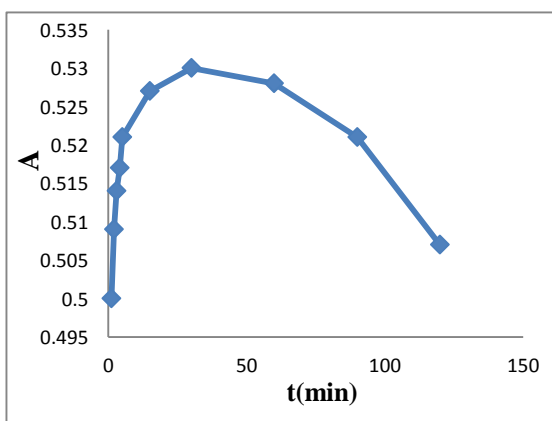
شکل ۷: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت ۵ ppm



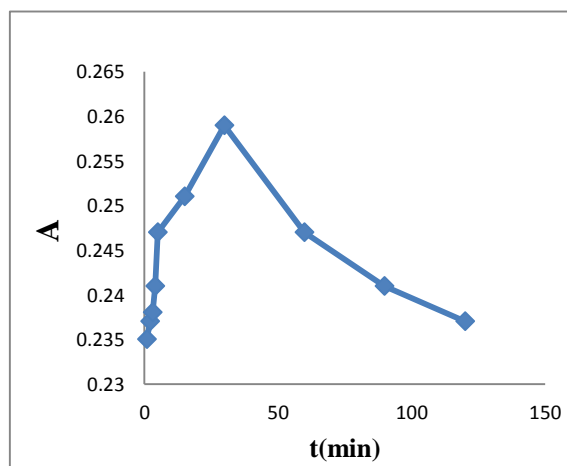
شکل ۵: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت ۲۰ ppm



شکل ۸: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت ۱۵ ppm



شکل ۹: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت ۱۰ ppm

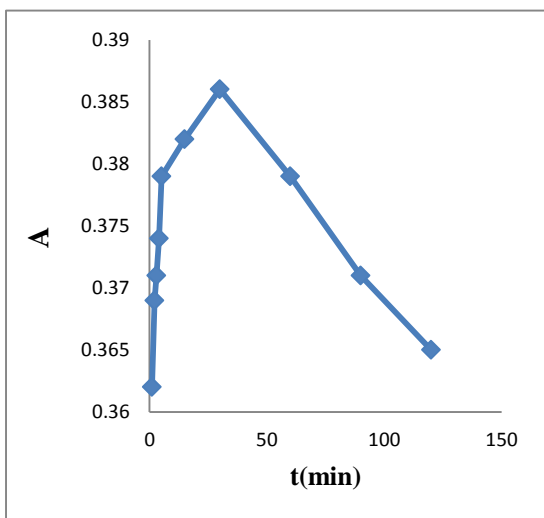


شکل ۶: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۵ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت ۱۰ ppm

با توجه به شکل های (۲-۵) در می یابیم که با افزایش غلظت نیتروفنل از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می یابد که دلیل آن را می توان تجمع زیاد ماده نیتروفنول در اطراف جاذب و افزایش شانس برخورد نیتروفنول با جاذب دانست. -بررسی طیف جذب کو هیدروژل ۱:۰/۵ به وزن ۰/۰۵ گرم در محلول ۲۰ ppm-۵ ppm نیتروفنول در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و pH=۷.

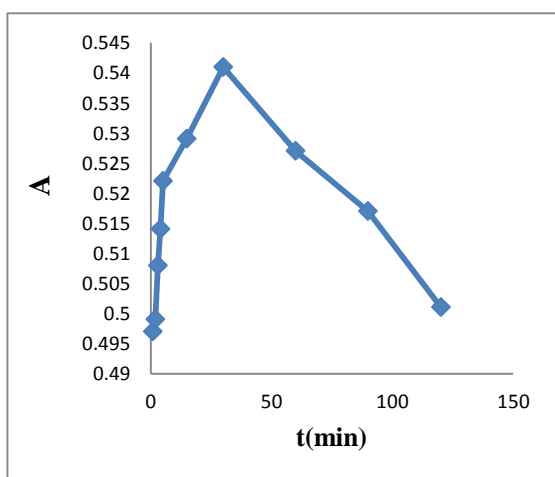
شکل ۱۱: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت ۰/۰۵ (گرم) ۱:۲ در غلظت

۱۰ ppm



شکل ۱۲: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت ۰/۰۵ (گرم) ۱:۲ در غلظت

۱۵ ppm



شکل ۱۳: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت ۰/۰۵ (گرم) ۱:۲ در غلظت

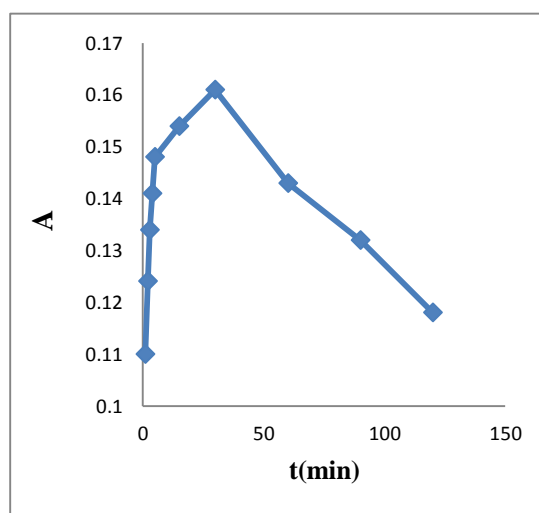
۲۰ ppm

با توجه به شکل‌های (۱۰-۱۳) نیز با دلایل ذکر شده از قبل در می‌یابیم که با افزایش غلظت نیتروفلن از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که مقدار جذب در نسبت ۱:۲ بیش‌تر از نسبت ۱:۰/۵ است.

۱۵ ppm

با توجه به شکل‌های (۹-۶) نیز درمی‌یابیم که با افزایش غلظت نیتروفلن از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می‌یابد که دلیل آن را می‌توان، تجمع زیاد ماده نیتروفلن در اطراف جاذب و افزایش شانس برخورد نیتروفلن با جاذب دانست. همچنین با مقایسه‌ی این شکل‌ها با شکل‌های (۵-۲) متوجه می‌شویم که مقدار جذب در نسبت ۱:۱ بیش‌تر از نسبت ۱:۰/۵ است.

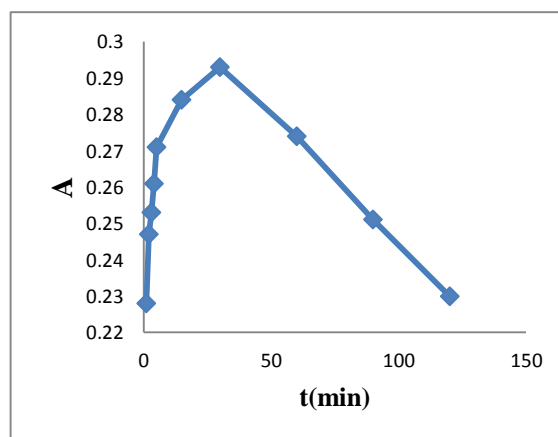
-بررسی طیف جذب کوهیدروژل ۱:۲ به وزن ۰/۰۵ گرم در محلول ۵ ppm-۲۰ ppm نیتروفلن در دمای ۲۵ درجه



سانتی‌گراد و pH=۷

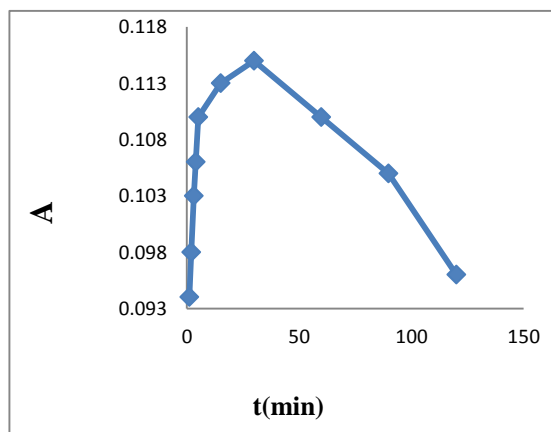
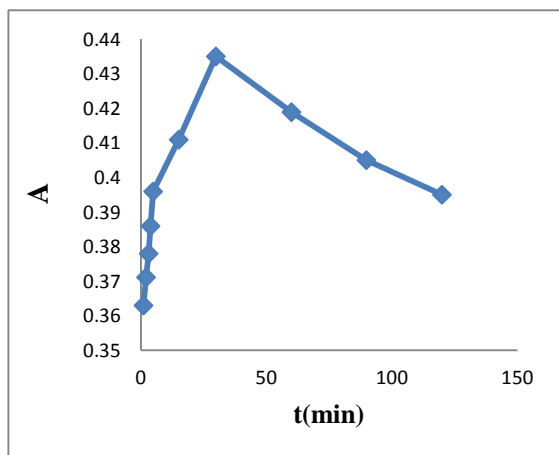
شکل ۱۰: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت ۰/۰۵ (گرم) ۱:۲ در غلظت

۵ ppm



- بررسی طیف جذب کوهیدروژل ۱:۱ به وزن ۰/۰۲ گرم  
در محلول ۵ ppm - ۲۰ ppm نیتروفنول در دمای ۲۵  
درجه سانتی گراد و  $pH=7$

شکل ۱۶: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲) گرم) ۱:۱ در غلظت  
۱۵ ppm

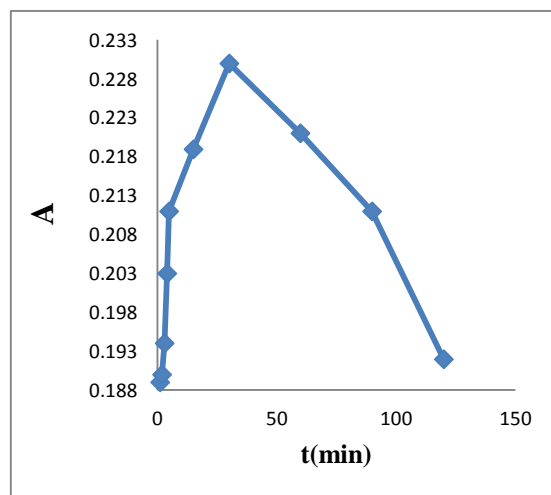


شکل ۱۴: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲) گرم) ۱:۱ در غلظت  
۵ ppm

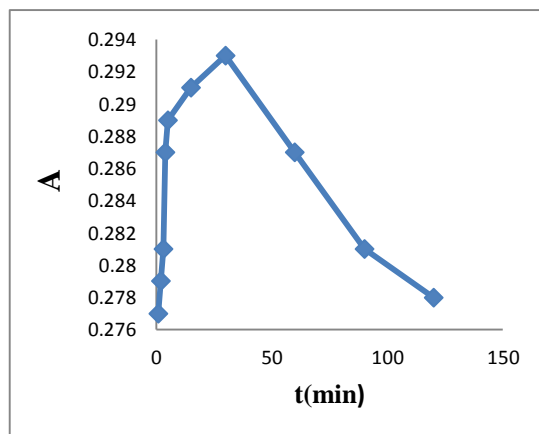
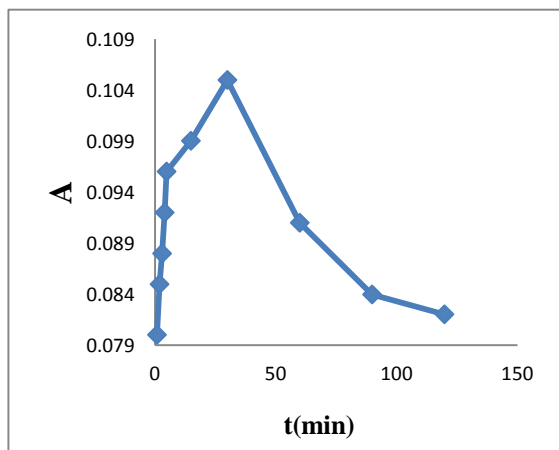
شکل ۱۷: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲) گرم) ۱:۱ در غلظت  
۲۰ ppm

با توجه به شکل‌های (۱۷-۱۴) نیز با دلایل ذکر شده از قبل  
درمی یابیم که با افزایش غلظت نیتروفنل از ۵ ppm به ۲۰ ppm  
مقدار جذب افزایش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که  
مقدار جذب کوهیدروژل ۱:۱ به وزن ۰/۰۲ گرم از جذب کوهیدروژل ۱:۱  
به وزن ۰/۰۵ گرم کم‌تر است.

- بررسی طیف جذب کوهیدروژل ۱:۰/۵ به وزن  
۰/۰۲ گرم در محلول ۵ ppm - ۲۰ ppm نیتروفنول در  
دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و  $pH=7$

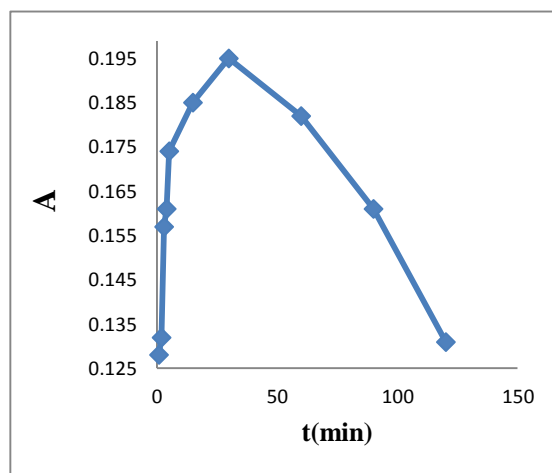


شکل ۱۵: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲) گرم) ۱:۱ در غلظت  
۱۰ ppm



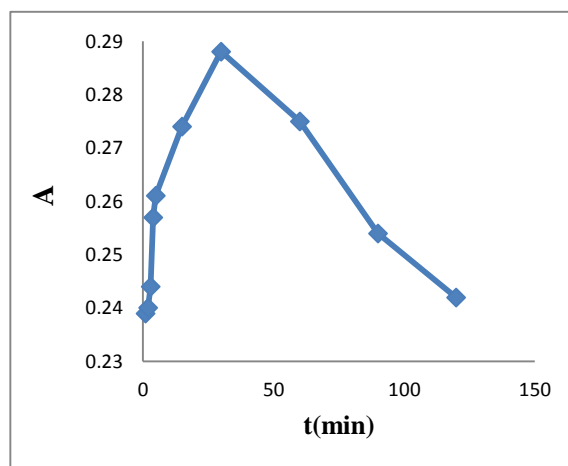
شکل ۱۸: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت

۵ ppm



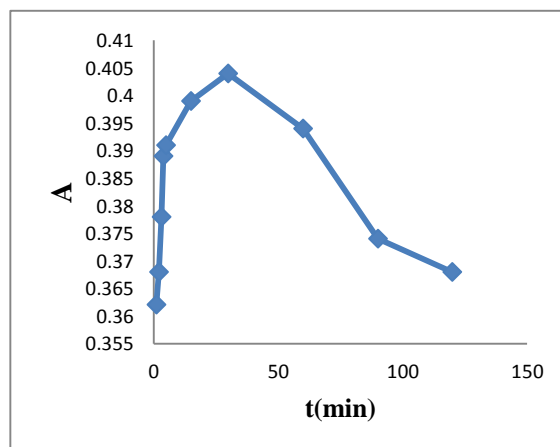
شکل ۱۹: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۰/۵ در

غلظت ۱۰ ppm



شکل ۲۰: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت

۱۵ ppm

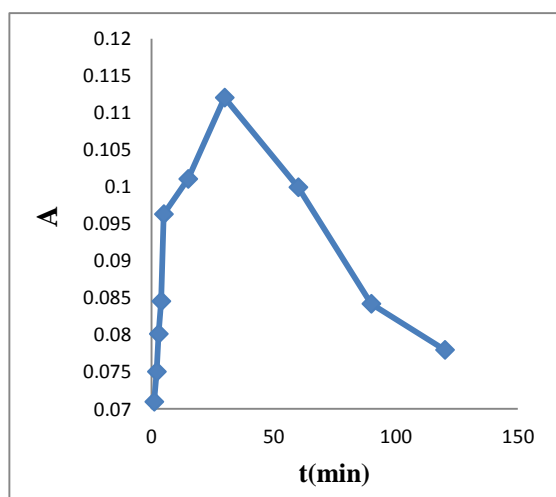


شکل ۲۱: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۰/۵ در

غلظت ۲۰ ppm

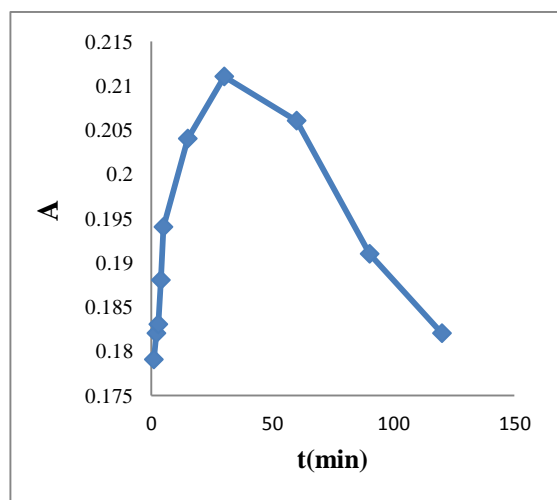
با توجه به شکل‌های (۱۸-۲۱) نیز با دلایل ذکر شده از قبل در میابیم که با افزایش غلظت نیتروفنل از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که مقدار جذب کو هیدروژل ۱:۱ به وزن ۰/۰۲ گرم از جذب کو هیدروژل ۱:۰/۵ به وزن ۰/۰۲ گرم بیش تر است.

- بررسی طیف جذب کو هیدروژل ۱:۲ به وزن ۰/۰۲ گرم در محلول ۵ ppm - ۲۰ ppm نیتروفنول در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و  $\text{pH} = 7$



شکل ۲۲: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت

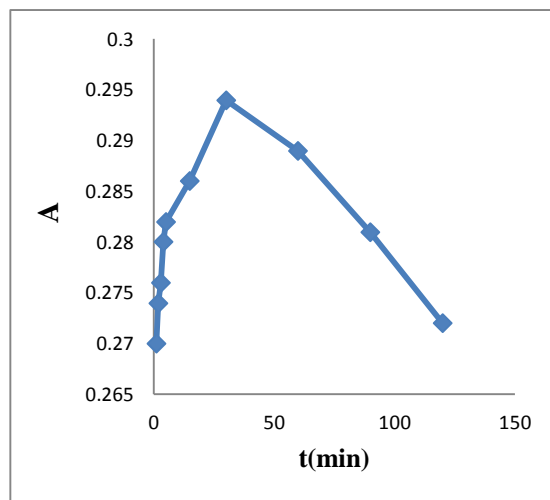
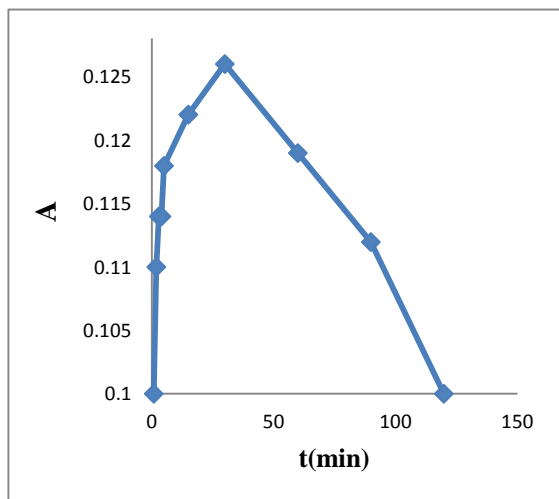
۵ ppm





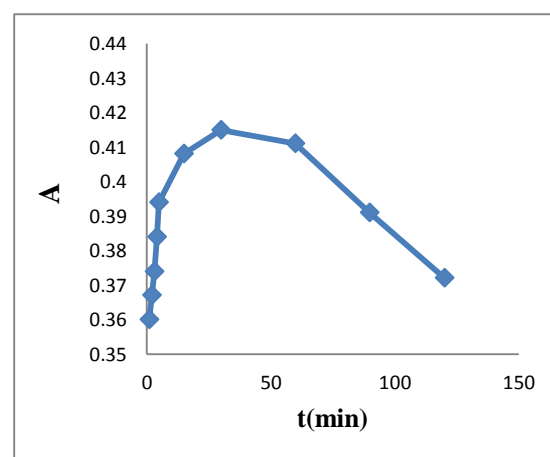
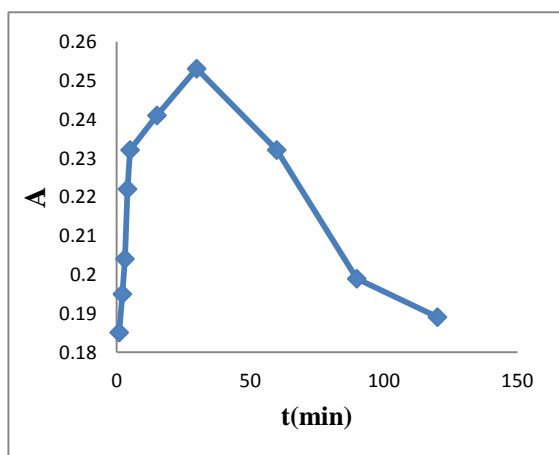
- بررسی طیف جذب کوهیدروژل ۱:۱ به وزن ۰/۱ گرم  
در محلول ۵ ppm - ۲۰ ppm نیتروفنول در دمای ۲۵ درجه  
سانتی گراد و  $pH=7$

شکل ۲۳: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۵ در غلظت  
۱۰ ppm



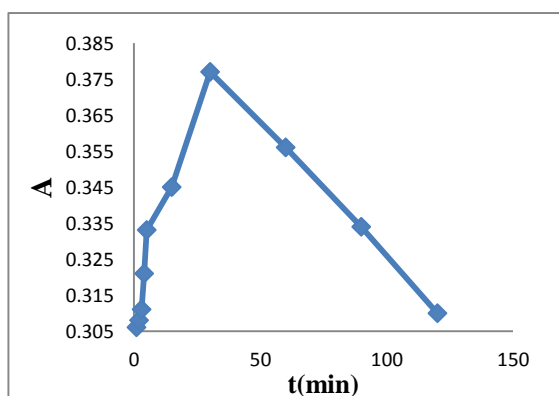
شکل ۲۶: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۱ در غلظت  
۵ ppm

شکل ۲۴: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۲ در غلظت  
۱۵ ppm



شکل ۲۷: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۱ در غلظت  
۱۰ ppm

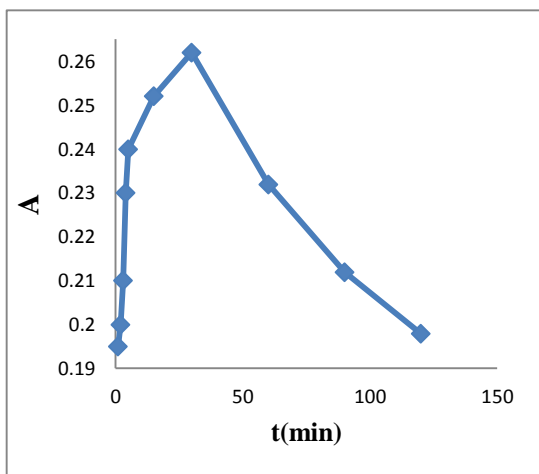
شکل ۲۵: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۰۲ گرم) ۱:۲ در غلظت  
۲۰ ppm



با توجه به شکل های (۲۲-۲۵) نیز با دلایل ذکر شده از قبل در میابیم که با افزایش غلظت نیتروفنل از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می یابد. همچنین ملاحظه می شود که مقدار جذب کوهیدروژل ۱:۲ به وزن ۰/۰۲ گرم از جذب کوهیدروژل ۱:۵ به وزن ۰/۰۲ گرم بیش تر است.

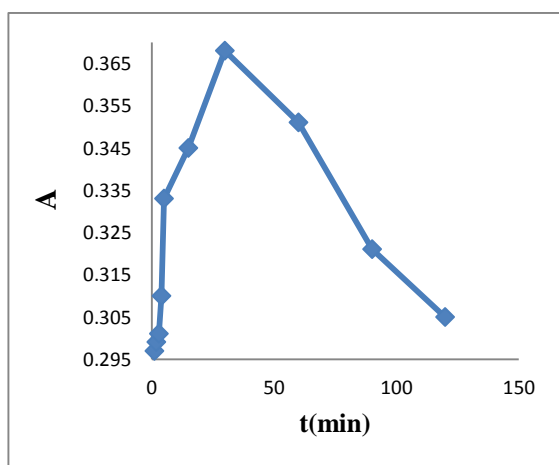
شکل ۳۰: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت

۵ ppm



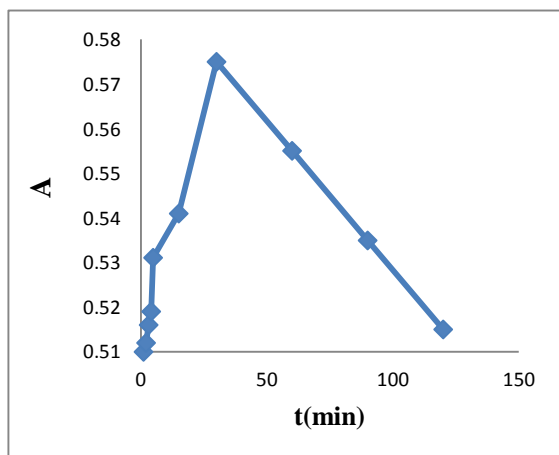
شکل ۳۱: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت

۱۰ ppm



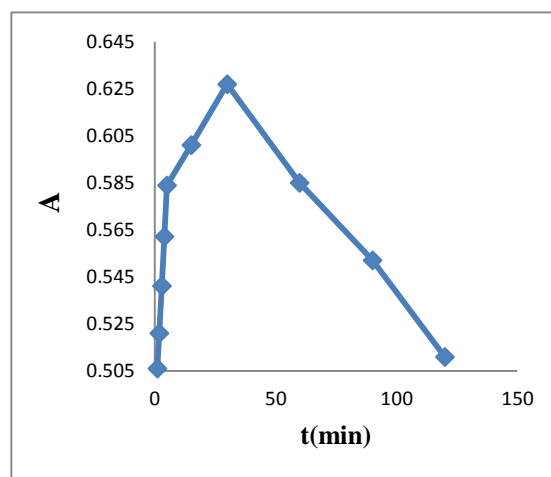
شکل ۳۲: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت

۱۵ ppm



شکل ۲۸: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۱ در غلظت

۱۵ ppm

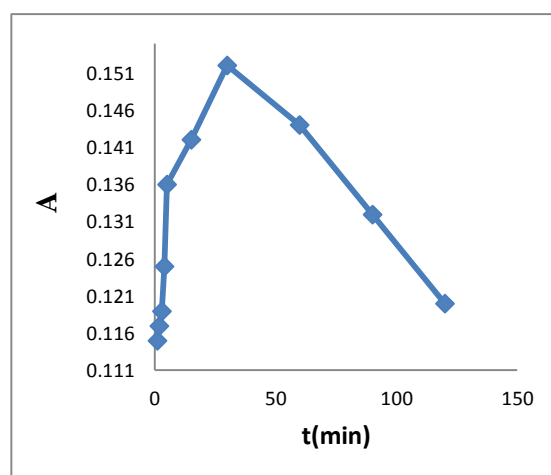


شکل ۲۹: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۱ در غلظت

۲۰ ppm

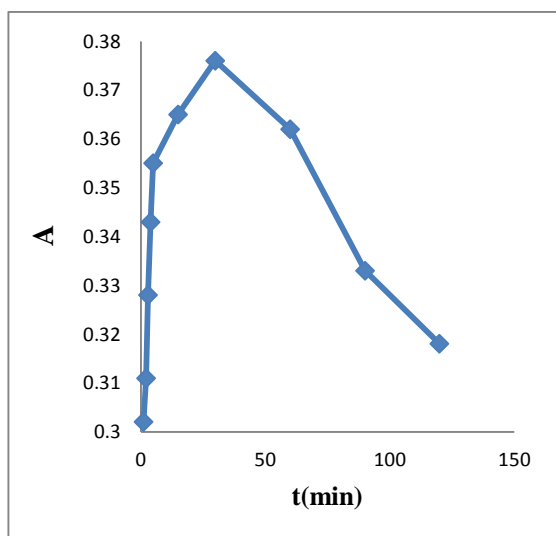
با توجه به شکل‌های (۲۶-۲۹) نیز با دلایل ذکر شده از قبل درمی‌یابیم که با افزایش غلظت نیتروفلن از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که مقدار جذب کو هیدروژل ۱:۱ به وزن ۰/۱ گرم از جذب کو هیدروژل ۱:۱ به وزن ۰/۰۲ و ۰/۰۵ گرم بیشتر است.

- بررسی طیف جذب کو هیدروژل ۱:۰/۵ به وزن ۰/۱ گرم در محلول ۵ ppm - ۲۰ ppm نیتروفلن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و  $\text{pH} = 7$



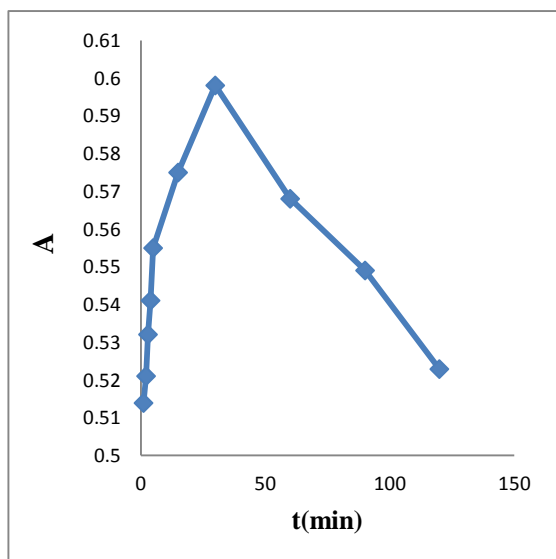
شکل ۳۵: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۲ در غلظت

۱۰ ppm



شکل ۳۶: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۲ در غلظت

۱۵ ppm



شکل ۳۷: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۲ در غلظت

۲۰ ppm

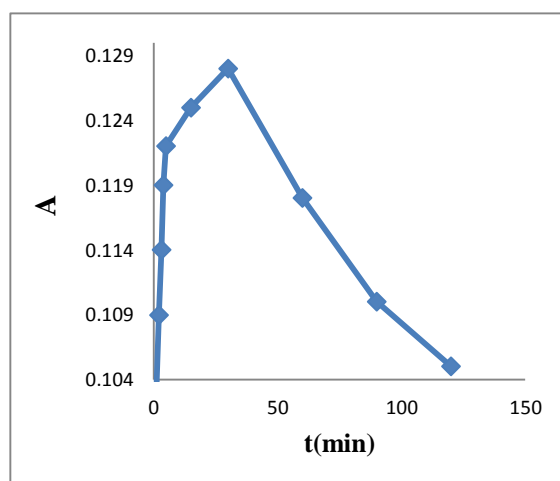
شکل ۳۳: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۰/۵ در غلظت

۲۰ ppm

باتوجه به شکل‌های (۳۳-۳۰) نیز با دلایل ذکر شده از قبل درمی‌یابیم که با افزایش غلظت نیتروفنل از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می‌یابد.

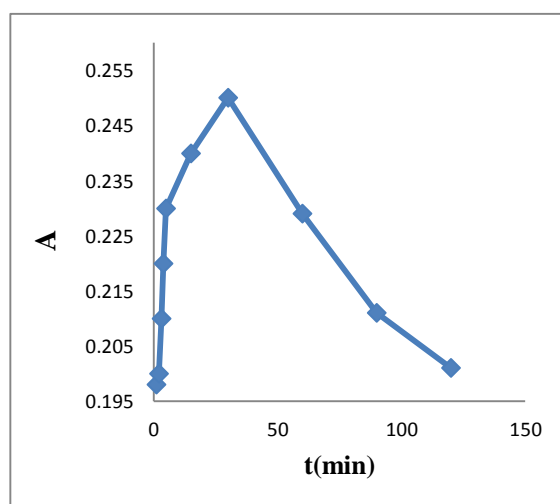
همچنین ملاحظه می‌شود که مقدار جذب کو هیدروژل ۱:۰/۵ به وزن ۰/۱ گرم از جذب کو هیدروژل ۱:۱ به همان وزن کم‌تر است.

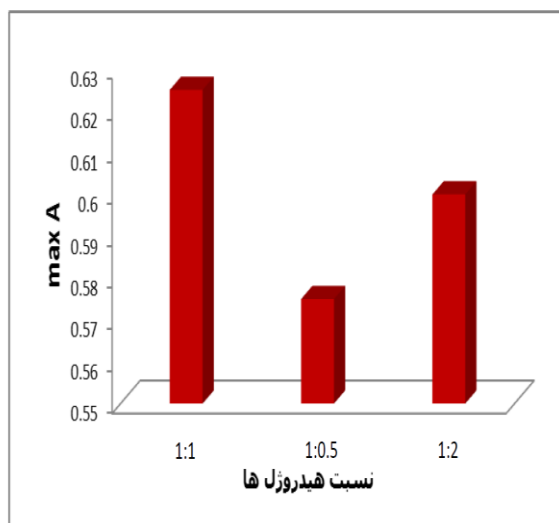
- بررسی طیف جذب کو هیدروژل ۱:۲ به وزن ۰/۱ گرم در محلول ۵ ppm - نیتروفنول در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و pH=۷



شکل ۳۴: طیف اسپکتروسکوپی در نسبت (۰/۱ گرم) ۱:۲ در غلظت

۵ ppm





شکل ۴۰: نمودار بیشترین مقدار جذب در ۰/۱ ماده در نسبت‌های مختلف

نمودارهای فوق نشان می‌دهد که با افزایش مقدار غلظت محلول ۰/۰۲ گرم به ۰/۱ گرم مقدار جذب ماده سمی بیش‌تر می‌شود.

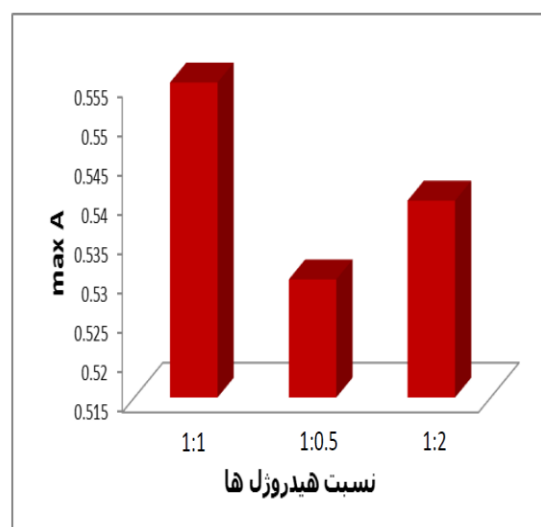
همچنین راندمان جذب با افزایش مقدار نیتروفنول از ۵ ppm به ۲۰ ppm، افزایش یافته که دلیل آن را می‌توان، تجمع زیاد ماده نیتروفنول در اطراف جاذب و افزایش شانس برخورد نیتروفنول با جاذب دانست [۸-۹-۱۰].

### نتیجه‌گیری

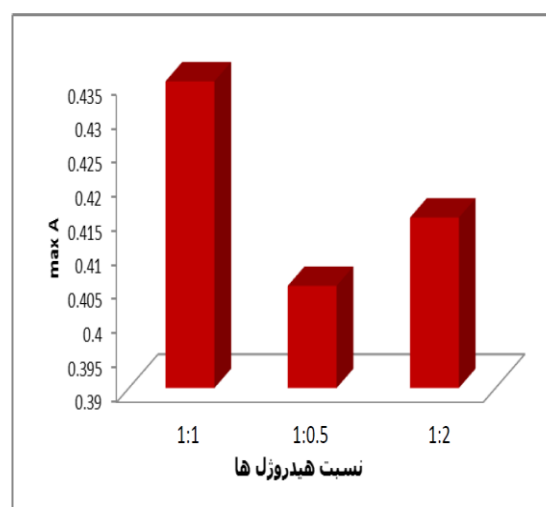
کو هیدروژل (وینیل پیرولیدون-آلیل آمین هیدروکلراید) در نسبت‌های ۱:۱، ۱:۰/۵، ۱:۰/۲ و هیدروژل آلیل آمین هیدروکلراید بصورت خالص و هیدروژل وینیل پیرولیدون به صورت خالص با استفاده از پلیمریزاسیون رادیکال آزاد در مدت ۵ ساعت و ۲۰ دقیقه در دمای ۷۰ °C تهیه شد.

با توجه به شکل‌های (۳۷-۳۴) نیز با دلایل ذکرشده از قبل در می‌یابیم که با افزایش غلظت نیتروفنول از ۵ ppm به ۲۰ ppm مقدار جذب افزایش می‌یابد.

همچنین ملاحظه می‌شود که مقدار جذب کو هیدروژل ۱:۲ به وزن ۰/۱ گرم از جذب کو هیدروژل ۱:۲ به وزن ۰/۰۲ و ۰/۰۵ گرم بیش‌تر است.



شکل ۳۸: نمودار بیشترین مقدار جذب در ۰/۰۵ ماده در نسبت‌های مختلف



شکل ۳۹: نمودار بیشترین مقدار جذب در ۰/۰۲ ماده در نسبت‌های مختلف

جذب ماده سمی نیتروفنول در نسبت‌های مختلف کوهیدروژل‌ها با استفاده از دستگاه UV بررسی شد و نسبت ۱:۱ بیش‌ترین جذب را دارا بود.

### منابع

- [1] Hassan, C.M., Ward, J.H. and Peppas N.A., 2000, Modeling of crystal dissolution of poly(vinyl alcohol) gels produced by freezing/thawing processes, polymer, vol. 41, pp. 6729-6739 .
- [2] Huang, G., Gao, J., Hu, Z., John, J.V.St., Ponder, B.c., and Moro D., 2004, Controlled drug 303-311.release from hydrogel nanoparticles networks. Journal of controlled release, vol. 94, pp.
- [3] Flory, P.J., 1953, Principle of Polymer Chemistry ,Cornell University Press,Ithaca Ny.
- [4] Park, T.G., Hoffman, A.S., 1992, Synthesis and characterization of pH and/or temperature – sensitive hydrogels jAppl.Polym.Sci.,46,659-67.
- [5] Brassard, P.G., 1996, Wetland and Water pollution, Boston Coll. Environ. Aff. Law Rev., 23, 4, pp. 855-919.
- [6] Lee, M.-S., Ahn, J.G., Ahn, J.W., 2003, Recovery of copper, tin and lead from the spent nitric etching solutions of printed circuit boards and regeneration of the etching solution, Hydro metallurgy 70, 23-29.
- [7] Weber, W.J., 1972, Physicochemical processes for water quality control, John Wiley & Sons, pp. 9-245.
- [8] Langmuir, I., 1916. The constitution and fundamental properties of solids and liquids. J. Am. Chem. Soc. 38: 2221-2295.
- [9] Freundlich, H. M., 1906, Uber die adsorption in lasungen. Z. Phys Chem. 57: 385- 470.
- [10] Dai, R., Chen, J., Lin, J., Xiao, SH., Chen, SH., Deng, Y., 2009, reduction of nitro phenols using nitroreductase from E. coli in the presence of NADH, Journal of Hazardous Materials, Vol. 170, pp. 141-143 .