







دانشکده: شیمی

رشته شیمی گرایش معدنی

پایان نامه کارشناسی ارشد

سنتز، شناسایی و بررسی خواص کاتالیزوری و آنتی باکتریال کمپلکس  $\text{MoO}_2(\text{acac})_2$  تثبیت شده بر روی نانو ساختار پلی آنیلین

نگارنده: اعظم یگانه سلمان

استاد راهنما:

دکتر بهرام بهرامیان

استاد مشاور:

دکتر مجتبی ممرآبادی

شهریور ماه ۱۳۹۵



تقدیم بہ

پدر و مادر عزیزم

و

ہمسرو خواہراںم

## مَشْکُر و قَدْر دَانِی

سپاس بی‌کران پروردگار یگانه را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونان شد و به بهشتینی رحروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه‌چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم. ای پدر از تو هر چه می‌گویم باز هم کم می‌آورم. خورشیدی شدی و از روشنایی ات جان گرفتم و در ناامیدی ماندم را کشیدی و لبریزم کردی از شوق، اکنون حاصل دستان خسته‌ات رمز و مفهیمی شد به خودم تبریک می‌گویم که تو را دارم و دنیا با همه بزرگی‌اش مثل تو را ندارد....

و تو ای مادر، ای شوق‌زیبایی نفس‌کشیدن ای روح مهربان هستی ام تو رنگ شادی‌هایم شدی و بخت‌های ناخوشی را با تمام وجود از من دور کردی و عمری سختی‌ها را به جان خریدی تا اکنون توانستی طعم خوش پیروزی را به من بچشانی.

همسر عزیزم، همسر مهربان زندگیم که مشتقانه و ایشادگرانه، طعم تلخ غربت و تنهایی را از کام من زدودی و شربت شیرین و دلپذیر مهربانی را به من چشاندی.

خواهرانم، الهام و آزاده، نازنینم که در کنار هم آموختیم و به امید هم به آینده چشم می‌دوزیم. قلبم لبریز از عشق به شاست و خوشبختستان منتهای آرزویم.

از استاد با کجالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر بهرام بهرامیان که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از بیچ‌کلی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمت راحم‌نایی این رساله را بر عهده گرفتند؛

از استاد صبور و باتقوا، جناب آقای دکتر مجتبی مرآبادی، که زحمت مشاوره این رساله را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب

نمی‌رسید؛ کمال مَشْکُر و قَدْر دَانِی را دارم باشد که این خردترین، بنحشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

## تعهد نامه

اینجانب اعظم یگانه سلمان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی معدنی دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه سنتز، شناسایی و بررسی خواص کاتالیزوری و آنتی باکتریال کمپلکس  $\text{MoO}_2(\text{acac})_2$  تثبیت شده بر روی نانو ساختار پلی آنیلین تحت راهنمایی دکتر بهرام بهرامیان متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده ( یا یافتههای آنها ) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

### تاریخ

### امضای دانشجو

#### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

## چکیده

در این پژوهش از نانو فیبر پلی آنیلین به عنوان نگه‌دارنده یا بستر استفاده شد. در ابتدا نانو فیبر با لیگاند سدیم ۴- آمینو ۵- هیدروکسی ۷- سولفونفتالن ۲- سولفونات، عامل‌دار شد. در ادامه کمپلکس مولیبدن به نانو فیبر عامل‌دار شده، اضافه شد و کاتالیزور ناهمگن  $\text{PANI/AHS/MoO}_2(\text{acac})_2$  تهیه شد. این کاتالیزور به عنوان یک کاتالیزور کارآمد، برای اپوکسیداسیون سیکلواکتن و طیف گسترده‌ای از آلکن‌ها، از جمله آروماتیک و آلیفاتیک با استفاده از ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید به عنوان اکسنده به کار گرفته شد. این کاتالیزور به راحتی از مخلوط واکنش جدا گردید و ۴ مرتبه مورد استفاده مجدد قرار گرفت و تنها ۶ درصد از فعالیت کاتالیزوری آن کاهش پیدا کرد. علاوه بر این با استفاده از این بستر، کامپوزیتی حاوی نانو ذرات نقره تثبیت شده بر روی نانو فیبر عامل‌دار سنتز شد و فعالیت ضد میکروبی آن در برابر باکتری‌های سودوموناس سرینگه و باسیلوس و قارچ‌های رایزوکتونیا سولانی و فوزاریوم گرامینه آروم مورد بررسی قرار گرفت. نانو ذرات  $\text{PANI/AHS/Ag}$  توانایی خوبی را در مهار رشد این میکروارگانیسم‌ها از خود نشان داد.

**کلمات کلیدی:** پلی آنیلین؛ مولیبدن؛ اپوکسایش؛ نانو ذرات نقره؛ ضد میکروبی.



## فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
<b>فصل اول: مقدمه.....</b>	<b>۱.....</b>
۱-۱-۱- بستر کاتالیزور.....	۲.....
۱-۱-۱- دلایل انتخاب بستر برای ترکیبات فعال کاتالیزوری.....	۲.....
۱-۱-۲- انواع نگه‌دارنده‌ها.....	۳.....
۱-۱-۲-۱- نگه‌دارنده‌های آلی.....	۳.....
۱-۱-۲-۲- نگه‌دارنده‌های معدنی.....	۴.....
۱-۲-۱- پلی آنیلین.....	۵.....
۱-۳-۱- تهیه اپوکسیدها.....	۷.....
۱-۴-۱- نانو ذرات نقره.....	۹.....
۱-۴-۱- قابلیت های مورد استفاده.....	۹.....
۱-۴-۲- مکانیسم عملکرد نقره در برابر باکتری‌ها.....	۹.....
۱-۴-۳- بکار گیری نانو ذرات نقره در کشاورزی.....	۱۱.....
۱-۵-۱- باکتری‌ها و قارچ‌های مرتبط با گیاهان.....	۱۱.....
۱-۵-۱- باکتری سودوموناس سرینگه.....	۱۱.....
۱-۵-۲- باکتری باسیلوس.....	۱۴.....
۱-۵-۳- قارچ رایزوکتونیا سولانی.....	۱۶.....
۱-۵-۴- قارچ فوزاریوم گرامینه آروم.....	۱۸.....
۱-۶-۱- مروری بر کارهای گذشته.....	۱۹.....
۱-۶-۱- خاصیت کاتالیزوری.....	۱۹.....
۱-۶-۲- خاصیت ضد میکروبی.....	۲۰.....
۱-۷-۱- هدف.....	۲۴.....
<b>فصل دوم: بخش تجربی.....</b>	<b>۲۵.....</b>
۲- بررسی اثر ضد میکروبی و کاتالیزوری نانو فیبر پلی آنیلین اصلاح سطح شده.....	۲۶.....
۱-۲- مواد و معرف های به کار گرفته شده.....	۲۶.....
۲-۲- دستگاه های به کار گرفته شده.....	۲۷.....
۱-۲-۲- دستگاه طیف سنج فوریه (FT-IR).....	۲۷.....

- ۲۷-۲-۲-۲- دستگاه میکروسکوپ الکترونی (FE-SEM, EDX)..... ۲۷
- ۲۷-۲-۲-۳- دستگاه پراش پرتو ایکس (XRD)..... ۲۷
- ۲۷-۲-۲-۴- دستگاه ICP..... ۲۷
- ۲۷-۲-۲-۵- دستگاه آنالیز حرارتی (TG/DTG)..... ۲۷
- ۲۸-۲-۲-۶- همزن اولتراسونیک..... ۲۸
- ۲۸-۲-۲-۷- دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)..... ۲۸
- ۲۹-۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری..... ۲۹
- ۲۹-۲-۴- سنتز پلی آنیلین و کاتالیزورهای ناهمگن نقره و مولیبدن تثبیت شده بر روی پلی آنیلین..... ۲۹
- ۲۹-۲-۴-۱- سنتز پلی آنیلین..... ۲۹
- ۳۰-۲-۴-۲- عامل دار کردن پلی آنیلین..... ۳۰
- ۳۰-۲-۴-۳- اتصال کمپلکس  $[MoO_2(acac)_2]$  بر روی پلی آنیلین..... ۳۰
- ۳۰-۲-۴-۴- سنتز نانو کامپوزیت پلی آنیلین/نقره (PANI/AHS/Ag)..... ۳۰
- ۳۱-۲-۵- اپوکسایش سیکلو اکتن با کاتالیزور نا همگن (PANI/AHS/Mo)..... ۳۱
- ۳۱-۲-۵-۱- بررسی اثر نوع حلال..... ۳۱
- ۳۱-۲-۵-۲- بررسی اثر نوع اکسنده..... ۳۱
- ۳۲-۲-۵-۳- بررسی اثر زمان..... ۳۲
- ۳۲-۲-۵-۴- بررسی اثر مقدار کاتالیزور..... ۳۲
- ۳۲-۲-۵-۵- بررسی اثر مقدار اکسنده..... ۳۲
- ۳۳-۲-۵-۶- بررسی بازیابی کاتالیزور ناهمگن (PANI/AHS/Mo)..... ۳۳
- ۳۳-۲-۵-۷- اپوکسایش دیگر آلکن‌ها با کاتالیزور نا همگن (PANI/AHS/Mo)..... ۳۳
- ۳۴-۲-۶- آماده سازی محیط کشت باکتری..... ۳۴
- ۳۴-۲-۶-۱- آماده سازی سوسپانسیون باکتری..... ۳۴
- ۳۵-۲-۶-۲- آماده سازی محیط کشت قارچ..... ۳۵
- ۳۶-۲-۷- بررسی فعالیت ضد میکروبی..... ۳۶
- ۳۶-۲-۷-۱- بررسی فعالیت ضد باکتری (PANI)..... ۳۶
- ۳۷-۲-۷-۲- بررسی فعالیت ضد باکتری (PANI/AHS)..... ۳۷
- ۳۷-۲-۷-۳- بررسی فعالیت ضد باکتری (PANI/AHS/Mo)..... ۳۷
- ۳۷-۲-۷-۴- بررسی فعالیت ضد باکتری (PANI/Ag)..... ۳۷
- ۳۷-۲-۷-۵- بررسی فعالیت ضد باکتری ( $AgNO_3$ )..... ۳۷
- ۳۷-۲-۷-۶- بررسی فعالیت ضد قارچی (PANI)..... ۳۷
- ۳۸-۲-۷-۷- بررسی فعالیت ضد قارچی (PANI/AHS)..... ۳۸

۳۸.....	۲-۷-۸- بررسی فعالیت ضد قارچی (PANI/AHS/Mo)
۳۸.....	۲-۷-۹- بررسی فعالیت ضد قارچی (PANI/AHS/Ag)
۳۸.....	۲-۷-۱۰- بررسی فعالیت ضد قارچی (AgNO <sub>3</sub> )
۳۹.....	فصل سوم: بحث و نتیجه گیری
۴۰.....	۳- اهمیت و هدف از این پژوهش
۴۳.....	۳-۱- بررسی مراحل سنتز ترکیبات و شواهد پیشرفته در هر مرحله
۴۴.....	۳-۱-۱- طیف سنجی ارتعاشی (FT-IR)
۴۷.....	۳-۱-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی (FE-SEM, EDX)
۵۲.....	۳-۱-۳- الگوی پراش ایکس (XRD)
۵۳.....	۳-۱-۴- آنالیز حرارتی (TG/DTG)
۵۵.....	۳-۱-۵- آنالیز عنصری (ICP)
	۳-۲- بررسی کارایی کاتالیزوری کاتالیزور نا همگن (PANI/AHS/Mo) در اپوکسایش سیکلو
۵۵.....	اکتن
۵۶.....	۳-۲-۱- بررسی اثر نوع حلال
۵۸.....	۳-۲-۲- بررسی اثر نوع اکسنده
۵۹.....	۳-۲-۳- بررسی اثر زمان
۶۱.....	۳-۲-۴- بررسی اثر مقدار کاتالیزور
۶۲.....	۳-۲-۵- بررسی اثر مقدار اکسنده
۶۳.....	۳-۲-۶- جمع بندی شرایط بهینه در سیستم کاتالیزوری نا همگن (PANI/AHS/Mo)
۶۴.....	۳-۲-۷- بررسی بازیابی کاتالیزور نا همگن (PANI/AHS/Mo) در اپوکسایش سیکلو اکتن
۶۵.....	۳-۲-۸- بررسی اپوکسایش دیگر آلکن ها با کاتالیزور نا همگن (PANI/AHS/Mo)
	۳-۲-۹- مکانیسم پیشنهادی جهت اپوکسایش سیکلو اکتن با کاتالیزور نا همگن
۶۶.....	(PANI/AHS/Mo)
۶۸.....	۳-۲-۱۰- نتیجه گیری
۶۹.....	۳-۳- بررسی فعالیت ضد میکروبی
۶۹.....	۳-۳-۱- بررسی فعالیت ضد باکتریایی PANI
۷۲.....	۳-۳-۲- بررسی فعالیت ضد باکتریایی PANI/AHS
۷۵.....	۳-۳-۳- بررسی فعالیت ضد باکتریایی PANI/AHS/Mo
۷۸.....	۳-۳-۴- بررسی فعالیت ضد باکتریایی PANI/AHS/Ag
۸۱.....	۳-۳-۵- بررسی فعالیت ضد باکتریایی AgNO <sub>3</sub>

۳-۳-۶- مقایسه بین فعالیت ضد باکتریایی ترکیبات PANI/AHS/Ag, PANI/AHS/Mo	۸۴
۳-۴-۴- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI, PANI/AHS و AgNO <sub>3</sub>	۸۶
۳-۴-۱- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI	۸۶
۳-۴-۲- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS	۸۹
۳-۴-۳- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS/Mo	۹۲
۳-۴-۴- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS/Ag	۹۵
۳-۴-۵- بررسی فعالیت ضد قارچی AgNO <sub>3</sub>	۹۹
۳-۴-۶- مقایسه بین فعالیت ضد قارچی ترکیبات PANI/AHS, PANI/AHS/Mo, PANI/AHS/Ag	۱۰۲
۳-۵- آینده نگری	۱۰۴
محاسبات	۱۰۵
مراجع	۱۰۷
پیوست	۱۱۵

## فهرست شکل‌ها

### فصل اول: مقدمه

شکل ۱-۱: ساختار پلی آنیلین	۵
شکل ۱-۲: (a) گروه های فنیل دی آمین و (b) گروه های کینوئید دی ایمین	۵
شکل ۱-۳: فرم های مختلف پلی آنیلین	۶
شکل ۱-۴: تصویر TEM سلول E-coli که در محیط لوریا برتانی مایع به مدت یک ساعت در برابر ۵۰ μgcm <sup>-۳</sup> قرار گرفته است	۱۰
شکل ۱-۵: شانکرهای باکتریایی درختان میوه ناشی از <i>P syringae</i> و <i>P syringae pv.syringae</i>	۱۴
شکل ۱-۶: رزین‌های حاوی بورونیک اسید	۱۹
شکل ۱-۷: واکنش کمپلکسی از مولیبدن(VI) با رزین حاوی بورونیک اسید	۱۹
شکل ۱-۸: کمپلکس‌های مولیبدن(VI) با لیگاند حاوی بورات	۱۹
شکل ۱-۹: کاربرد کاتالیزور Mo(CO) <sub>6</sub> @PS در اپوکسایش آلکن‌ها	۲۰
شکل ۱-۱۰: آماده سازی نانو کامپوزیت NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> /PANI/Ag	۲۱
شکل ۱-۱۱: (A) منحنی مهار شده استافیلوکوکوس اورئوس در کمترین مقدار از غلظت های مختلف از نانو ذرات محلول Ag-NPs و پس از گذشت ۲، ۳/۵۰ ساعت	۲۲

شکل ۱-۱۲: فعالیت ضد میکروبی (A) نانوذرات پلاتین تثبیت شده با PVP، (B) نانوذرات نقره تثبیت شده با PVP نانوذرات نقره تثبیت شده با SDS در برابر استافیلوکوکوس اورئوس (a) و باکتری اشرشیا کلی (b). غلظت نانوذرات نقره و نانوذرات پلاتین ۱۰ μL (۵/۴ ppm)..... ۲۳

شکل ۱-۱۳: قارچ *Trichosporon asahii* رشد پیدا کرده بر صفحات دکستروز آگار. غلظت نانو ذرات نقره به ترتیب از چپ به راست شامل ۰ μg/ml، ۲ μg/ml، ۴ μg/ml، ۶ μg/ml و ۸ μg/ml میباشد..... ۲۳

### فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

- شکل ۳-۱: شمای کلی از مراحل سنتز نانو کامپوزیت نقره (PANI/AHS/Ag)..... ۴۱
- شکل ۳-۲: شمای کلی از مراحل سنتز نانو کامپوزیت مولیبدن (PANI/AHS/Mo)..... ۴۳
- شکل ۳-۳: FT-IR پلی آنیلین..... ۴۴
- شکل ۳-۴: FT-IR لیگاند..... ۴۵
- شکل ۳-۵: FT-IR لیگاند/ پلی آنیلین..... ۴۶
- شکل ۳-۶: FT-IR مولیبدن/ پلی آنیلین عامل دار شده..... ۴۷
- شکل ۳-۷: FE-SEM پلی آنیلین..... ۴۸
- شکل ۳-۸: FE-SEM مولیبدن/ پلی آنیلین عامل دار شده..... ۴۹
- شکل ۳-۹: FE-SEM نقره/ پلی آنیلین عامل دار شده..... ۵۰
- شکل ۳-۱۰: EDX مولیبدن/ پلی آنیلین عامل دار شده..... ۵۱
- شکل ۳-۱۱: EDX نقره/ پلی آنیلین عامل دار شده..... ۵۱
- شکل ۳-۱۲: الگوی پراش ایکس..... ۵۳
- شکل ۳-۱۳: نمودار حرارتی TG/DTG..... ۵۵
- شکل ۳-۱۴: واکنش اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo..... ۵۶
- شکل ۳-۱۵: اثر نوع حلال در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دما جوش حلال با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۲ ساعت..... ۵۷
- شکل ۳-۱۶: بررسی اثر نوع اکسنده در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده در دمای جوش حلال به مدت ۲ ساعت با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo..... ۵۹
- شکل ۳-۱۷: بررسی زمان در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال به مدت ۲ ساعت با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo..... ۶۰

- شکل ۳-۱۸: بررسی مقدار کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۲و۱ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده در دمای جوش حلال به مدت ۱ ساعت ..... ۶۲
- شکل ۳-۱۹: بررسی مقدار اکسنده در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۲و۱ دی کلرواتان با اکسنده TBHP با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت ..... ۶۳
- شکل ۳-۲۰: بررسی بازیابی کاتالیزور در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۲و۱ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت ..... ۶۵
- شکل ۳-۲۱: مکانیسم پیشنهادی جهت اپوکسایش سیکلواکتن با کمپلکس مولیدن تثبیت شده بر روی نانو فیبر پلی آنیلین PANI/AHS/Mo ..... ۶۷
- شکل ۳-۲۲: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو فیبر PANI از چپ به راست برای هر دو باکتری به ترتیب ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد ..... ۷۰
- شکل ۳-۲۳: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI ..... ۷۰
- شکل ۳-۲۴: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI ..... ۷۱
- شکل ۳-۲۵: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI ..... ۷۱
- شکل ۳-۲۶: مقایسه تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI ..... ۷۲
- شکل ۳-۲۷: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو فیبر PANI/AHS از چپ به راست برای هر دو باکتری به ترتیب ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد ..... ۷۳
- شکل ۳-۲۸: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS ..... ۷۳
- شکل ۳-۲۹: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS ..... ۷۴
- شکل ۳-۳۰: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS ..... ۷۴

- شکل ۳-۳۱: مقایسه تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۷۵.....PANI/AHS
- شکل ۳-۳۲: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو کامپوزیت  
 PANI/AHS/Mo از چپ به راست برای هر دو باکتری به ترتیب ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر  
 ۷۶.....میلی لیتر می باشد.
- شکل ۳-۳۳: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
 ۷۶.....PANI/AHS/Mo
- شکل ۳-۳۴: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۷۷.....PANI/AHS/Mo
- شکل ۳-۳۵: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۷۷.....PANI/AHS/Mo
- شکل ۳-۳۶: مقایسه تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۷۸.....PANI/AHS/Mo
- شکل ۳-۳۷: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو ذرات  
 PANI/AHS/Ag از چپ به راست برای هر دو باکتری به ترتیب ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر  
 ۷۹.....میلی لیتر می باشد.
- شکل ۳-۳۸: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
 ۷۹.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۳۹: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۸۰.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۴۰: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۸۰.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۴۱: مقایسه تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۸۱.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۴۲: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت ذرات  $AgNO_3$  از چپ به  
 راست برای هر دو باکتری به ترتیب ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می  
 ۸۲.....باشد.
- شکل ۳-۴۳: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
 ۸۲..... $AgNO_3$
- شکل ۳-۴۴: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۸۳..... $AgNO_3$

- شکل ۳-۴۵: مقایسه تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با AgNO<sub>3</sub>..... ۸۳
- شکل ۳-۴۶: مقایسه تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با AgNO<sub>3</sub>..... ۸۴
- شکل ۳-۴۷: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت نانو فیبر PANI آنیلین از چپ به راست برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد..... ۸۷
- شکل ۳-۴۸: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI..... ۸۷
- شکل ۳-۴۹: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI..... ۸۸
- شکل ۳-۵۰: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI..... ۸۸
- شکل ۳-۵۱: مقایسه قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با PANI..... ۸۹
- شکل ۳-۵۲: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت نانو فیبر PANI/AHS از چپ به راست برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد..... ۹۰
- شکل ۳-۵۳: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS..... ۹۰
- شکل ۳-۵۴: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS..... ۹۱
- شکل ۳-۵۵: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS..... ۹۱
- شکل ۳-۵۶: مقایسه قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS..... ۹۲
- شکل ۳-۵۷: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo از چپ به راست برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد..... ۹۳
- شکل ۳-۵۸: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo..... ۹۳



- شکل ۳-۵۹: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۹۴.....PANI/AHS/Mo
- شکل ۳-۶۰: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۹۴.....PANI/AHS/Mo
- شکل ۳-۶۱: مقایسه قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۹۵.....PANI/AHS/Mo
- شکل ۳-۶۲: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت ذرات  
 PANI/AHS/Ag از چپ به راست برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر  
 میلی لیتر می باشد.....  
 ۹۶.....
- شکل ۳-۶۳: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
 ۹۷.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۶۴: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۹۷.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۶۵: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۹۸.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۶۶: مقایسه قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با  
 ۹۸.....PANI/AHS/Ag
- شکل ۳-۶۷: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت ذرات  $AgNO_3$  از  
 چپ به راست برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می  
 باشد.....  
 ۹۹.....
- شکل ۳-۶۸: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$ .....  
 ۱۰۰.....
- شکل ۳-۶۹: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$ .....  
 ۱۰۰.....
- شکل ۳-۷۰: مقایسه قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$ .....  
 ۱۰۱.....
- شکل ۳-۷۱: مقایسه قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$ .....  
 ۱۰۱.....

## فهرست جدول‌ها

### فصل دوم: بخش تجربی

جدول ۱-۲: مشخصات دستگاه کروماتوگرافی گازی.....  
 ۲۸.....

### فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

جدول ۱-۳: اندازه متوسط ذرات (D, nm) و فاصله صفحات (d<sub>(111)</sub> PANI/AHS/Ag, nm) بدست آمده از  
 XRD.....  
 ۵۲.....

- جدول ۳-۲: اثر نوع حلال در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلو اکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال، در حضور ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo و مدت ۲ ساعت..... ۵۷
- جدول ۳-۳: اثر نوع اکسنده در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلو اکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده در دمای جوش حلال، در حضور ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo و مدت ۲ ساعت..... ۵۸
- جدول ۳-۴: بررسی اثر در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلو اکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال، در حضور ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo..... ۶۰
- جدول ۳-۵: بررسی اثر مقدار کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلو اکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال، به مدت ۱ ساعت..... ۶۱
- جدول ۳-۶: بررسی مقدار اکسنده در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلو اکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال، در حضور ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت..... ۶۳
- جدول ۳-۷: شرایط بهینه برای اپوکسایش سیکلواکتن..... ۶۴
- جدول ۳-۸: بررسی بازیابی کاتالیزور در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت..... ۶۴
- جدول ۳-۹: داده‌های خاص از اپوکسایش آلکن‌های گوناگون با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo، ۰/۵ میلی مول آلکن با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP، ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان، در زمان‌های مختلف در دمای جوش حلال..... ۶۶
- جدول ۳-۱۰: مقایسه کارایی کاتالیزور PANI/AHS/Mo با کاتالیزورهای مشابه..... ۶۸
- جدول ۳-۱۱: درصد مهار رشد کلونی‌های باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس سرینگه پنج ترکیب PANI/AHS/Ag، PANI/AHS/Mo، PANI/AHS و AgNO<sub>3</sub>..... ۸۵
- جدول ۳-۱۲: درصد مهار رشد قارچ‌های فوزاریوم گرمینه آروم و رایروکتونیا سولانی در غلظت‌های ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر از هر یک از ترکیبات PANI/AHS/Ag، PANI/AHS/Mo، PANI/AHS و AgNO<sub>3</sub>..... ۱۰۳

- جدول ۱: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI، فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان‌های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت)).....  
 A<sub>1</sub>.....PANI
- جدول ۲: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI.....  
 A<sub>1</sub>.....PANI
- جدول ۳: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI.....  
 A<sub>2</sub>.....PANI
- جدول ۴: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI.....  
 A<sub>2</sub>.....PANI
- جدول ۵: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با PANI.....  
 A<sub>3</sub>.....PANI
- جدول ۶: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI/AHS، فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان‌های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت)).....  
 A<sub>3</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۷: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS.....  
 A<sub>4</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۸: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS.....  
 A<sub>4</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۹: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS.....  
 A<sub>4</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۱۰: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS.....  
 A<sub>5</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۱۱: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI/AHS/Mo، فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان‌های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت)).....  
 A<sub>6</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۱۲: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo.....  
 A<sub>6</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۱۳: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo.....  
 A<sub>7</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۱۴: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo.....  
 A<sub>7</sub>.....PANI/AHS/Mo

- جدول ۱۵: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>8</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۱۶: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI/AHS/Ag، فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان‌های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت))  
A<sub>8</sub>.....
- جدول ۱۷: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>9</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۱۸: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>9</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۱۹: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>10</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۲۰: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>10</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۲۱: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با AgNO<sub>3</sub>، فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و  
فاکتور C (زمان‌های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت))  
A<sub>11</sub>.....
- جدول ۲۲: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>11</sub>.....AgNO<sub>3</sub>
- جدول ۲۳: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>12</sub>.....AgNO<sub>3</sub>
- جدول ۲۴: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>12</sub>.....AgNO<sub>3</sub>
- جدول ۲۵: مقایسه میانگین تعداد کلونی‌ها در سه فاکتور A و B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>13</sub>.....AgNO<sub>3</sub>
- جدول ۲۶: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و  
فاکتور C (روزهای مختلف ۲، ۴ و ۶ روز))  
A<sub>14</sub>.....
- جدول ۲۷: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>14</sub>.....PANI
- جدول ۲۸: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>15</sub>.....PANI
- جدول ۲۹: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>15</sub>.....PANI

- جدول ۳۰: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>16</sub>.....PANI
- جدول ۳۱: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI/AHS فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (روزهای مختلف ۲، ۴ و ۶ روز).....  
A<sub>17</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۳۲: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>17</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۳۳: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>18</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۳۴: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>18</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۳۵: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>19</sub>.....PANI/AHS
- جدول ۳۶: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI/AHS/Mo فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (روزهای مختلف ۲، ۴ و ۶ روز).....  
A<sub>20</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۳۷: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>20</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۳۸: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>21</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۳۹: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>21</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۴۰: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>22</sub>.....PANI/AHS/Mo
- جدول ۴۱: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با PANI/AHS/Ag فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (روزهای مختلف ۲، ۴ و ۶ روز).....  
A<sub>23</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۴۲: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>23</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۴۳: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>24</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۴۴: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
A<sub>24</sub>.....PANI/AHS/Ag

- جدول ۴۵: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
 A<sub>25</sub>.....PANI/AHS/Ag
- جدول ۴۶: تجزیه واریانس داده‌های تیمار شده با AgNO<sub>3</sub> فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و  
 فاکتور C (روزهای مختلف ۲، ۴ و ۶ روز).....  
 A<sub>26</sub>.....
- جدول ۴۷: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  
 A<sub>26</sub>.....AgNO<sub>3</sub>
- جدول ۴۸: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  
 A<sub>27</sub>.....AgNO<sub>3</sub>
- جدول ۴۹: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  
 A<sub>27</sub>.....AgNO<sub>3</sub>
- جدول ۵۰: مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  
 A<sub>28</sub>.....AgNO<sub>3</sub>

# فصل اول

---

## مقدمه

## ۱- مقدمه

### ۱-۱- بستر کاتالیزور

از آنجایی که انجام یک عمل کاتالیزوری ناهمگن بر حسب فعالیت، گزینش پذیری و طول عمر کاتالیزور ارزیابی می شود [۱]، انتخاب موادی که دارای خواص کاتالیزوری مطلوب هستند حائز اهمیت است. بعلاوه ساخت کاتالیزور با مساحت سطح بالا و پایداری مناسب نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. از جمله روش‌هایی که می‌تواند سبب افزایش مساحت سطح کاتالیزور شود می‌توان به:

۱- پودر کردن ( افزایش سطح کاتالیزور به طریق فیزیکی )

۲- ایجاد خلل و فرج و کانال‌های بسیار ظریف میکروسکوپی در بدنه کاتالیزور

۳- نشانندن کاتالیزور بر روی بستر مناسب

اشاره نمود. یکی دیگر این ابزارهای مهم در کنترل ساختار و مقاومت یک کاتالیزور، انتخاب یک بستر مناسب است [۲]. بستر یا نگهدارنده به ترکیبی گفته می‌شود که فعالیت کاتالیزوری ندارد و قسمت بدنه کاتالیزور را می‌سازد و بخش کارآمد کاتالیزور روی آن پیوند می‌شود. [۳و۴].

### ۱-۱-۱- دلایل انتخاب بستر برای ترکیبات فعال کاتالیزوری

۱- استفاده از بستر نه تنها به عنوان نگه دارنده ترکیبات فعال کاتالیزوری عمل می‌کند، بلکه از کلوخه شدن کاتالیزور جلوگیری کرده و در نتیجه پایداری و قدرت فیزیکی و عمر کاتالیزور را افزایش می‌دهد [۵].

۲- استفاده از کاتالیزورهای تثبیت شده از نظر اقتصادی مهم است، زیرا فلزاتی مثل پلاتین و ایریدیوم گران قیمت هستند و استفاده از آنها در مقادیر زیاد در یک واکنش، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست.



۳- فعالیت و گزینش پذیری کاتالیزور افزایش می یابد.

۴- با افزایش مساحت فعال کاتالیزور، فعالیت سطح بالا می رود.

۵- حساسیت در مقابل سموم با افزایش سطح فعال، کاهش می یابد.

۶- بستر کمک به پخش حرارت نموده و از حرارت بالا در یک نقطه جلوگیری میکند [۶].

### ۱-۱-۲- انواع نگه دارنده‌ها

ماده ای که به عنوان نگه‌دارنده به کار می رود، می تواند یک ترکیب آلی یا معدنی باشد. برخی از پلیمرهای آلی از قبیل پلی استایرن، پلی آنیلین، پلی وینیل کلرید، پلی متاکریلات، پلی اتیلن ایمین، پلی اتیلن گلیکول و غیره و اکسیدهای معدنی مانند خاک‌های رس، آلومینا، ژئولیت و همچنین سیلیکا می توانند به عنوان نگه دارنده استفاده شوند.

### ۱-۱-۲-۱- نگه‌دارنده‌های آلی

استفاده از پلیمرهای آلی به عنوان نگه‌دارنده به دلیل میکرو محیط به وجود آمده برای واکنشگرها در بافت پلیمری دارای مزایای زیادی مانند: قطبیت منحصر به فرد، کم ترین حلالیت در محیط واکنش، سهولت دستیابی به حفرات و محل‌های مناسب پلیمر جهت اتصال کاتالیزورها و خواص مکانیکی نسبتاً خوب می باشند. همچنین فاکتورهایی مانند: شکل، بافت و کنفورماسیون پلیمر ممکن است منجر به افزایش گزینش‌پذیری در واکنش‌های کاتالیزوری، بهبود پایداری کاتالیزور و افزایش احتمال جهت‌گزینی به دلیل ممانعت‌های فضایی گردد. در مقایسه با نگه‌دارنده‌های معدنی، استفاده از پلیمرهای عامل دار شده، با محدودیت‌های زیر روبرو می باشد:

۱- سطح پلیمرهای آلی در مقایسه با نگه‌دارنده‌های معدنی کم است.

۲- فرسودگی مکانیکی و عدم پایداری شیمیایی از مسائل مهمی هستند که استفاده از پلیمرهای آلی را محدود می کند.

۳- امکان واکنش‌های جانبی با پلیمر در طول واکنش وجود دارد.

۴- تهیه پلیمرهای عامل دار شده ممکن است به سنتز آلی خاصی نیاز داشته باشد [۷].

روش‌های تثبیت کاتالیزور بر روی پلیمرهای آلی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱- به دام انداختن کاتالیزور در شبکه پلیمری

۲- جاذبه الکترواستاتیکی بین کاتالیزور و پلیمر

۳- پیوند کووالانسی کاتالیزور و پلیمر

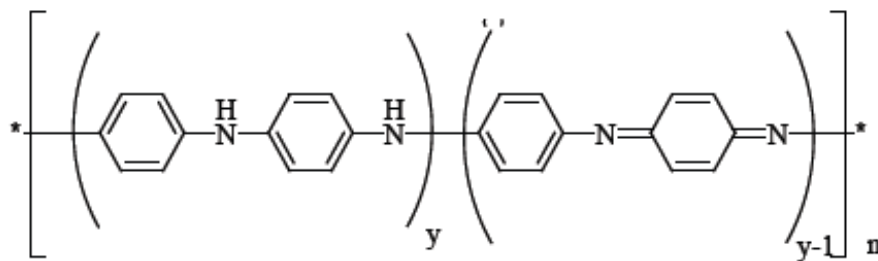
۴- جذب سطحی کاتالیزور بر روی پلیمر از طریق برهمکنش‌های دو قطبی ضعیف یا پیوند هیدروژنی از آنجا که در پیوند کووالانسی و الکترواستاتیکی شستشوی کاتالیزور از سطح نگه‌دارنده ناچیز و کاتالیزورهای فعال و پایداری تشکیل می‌شود، استفاده از این دو روش گسترده تر است.

### ۱-۱-۲-۲- نگه‌دارنده‌های معدنی

جامدهای معدنی به طور گسترده به عنوان نگه‌دارنده استفاده می‌شوند. استفاده از جامدهای معدنی دارای مزایایی نسبت به سایر نگه‌دارنده‌ها می‌باشد. پایداری شیمیایی و گرمایی جامدهای معدنی، آن‌ها را با محدوده وسیعی از واکنشگرها و شرایط آزمایشگاهی سازگار می‌کند. همچنین مقاومت مکانیکی جامدهای معدنی سبب سائیدگی کمتر این ذرات در اثر حرکت و تکان خوردن و نیز حمله حلال در طی استفاده در یک رآکتور شیمیایی می‌گردد. یکی از مشکلات عمده در طراحی یک فرآیند صنعتی، احتمال کاهش سایر ذرات هنگام استفاده از دانه‌های پلیمری به عنوان نگه‌دارنده است، ولی استفاده از جامدهای معدنی موجب مشکلات کمتر می‌شود [۸].

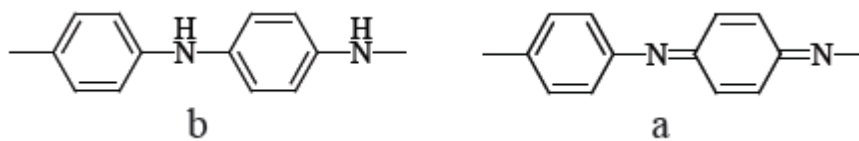
## ۱-۲- پلی آنیلین

از میان پلیمرهای رسانا، پلی آنیلین<sup>۱</sup> به دلیل ویژگی‌هایی مانند سنتز آسان، پایداری محیطی و حرارتی نسبتاً مناسب [۹]، رسانایی الکتریکی بالا [۱۰ و ۱۱]، ارزانی مونومر [۱۲] و کاربردهای فراوانی از جمله باتری‌های قابل شارژ [۱۳ و ۱۴]، سل‌های خورشیدی [۱۵ و ۱۶]، محافظت از خوردگی فلزات [۱۷] و سنسورهای شیمیایی - بیوشیمیایی [۱۸]، توجه محققین را به خود جلب کرده است. بنابراین از پلی آنیلین می‌توان به عنوان یک بستر مناسب جهت اتصال لیگاند و کمپلکس به آن استفاده کرد. همچنین بستر مناسبی جهت تثبیت نانوذرات فلزی است. شکل ۱-۱، ساختار پلی آنیلین را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱: ساختار پلی آنیلین [۱۹-۲۱]

ساختار پلی آنیلین شامل گروه‌های تکرار شونده فنیل دی آمین و گروه‌های کینوئید دی ایمین است. شکل ۲-۱، (a, b) به ترتیب گروه‌های تکرار شونده فنیل دی آمین و گروه‌های کینوئید دی ایمین را نشان می‌دهد.

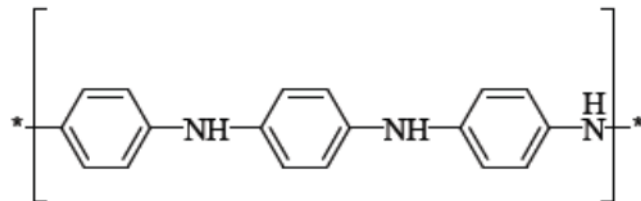


شکل ۲-۱: (a) گروه‌های فنیل دی آمین (b) گروه‌های کینوئید دی ایمین [۱۹-۲۱]

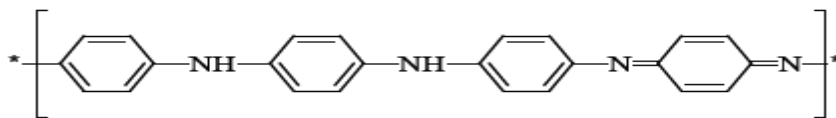
مقدار  $y$ ، می‌تواند از ۱ برای حالت به‌طور کامل کاهش یافته تا صفر برای حالت به‌طور کامل اکسید شده تغییر کند. پلی آنیلین در حالت‌های متفاوت اکسایشی دارای ویژگی‌ها و رسانایی‌های الکتریکی متفاوت

<sup>۱</sup>Polyaniline

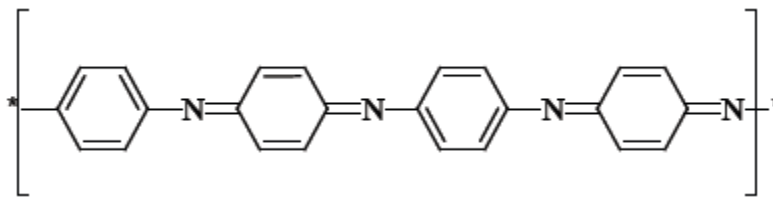
و رنگ‌های مختلف است. سه شکل امرالدین بازی<sup>۱</sup> (EB)، پرنیگر آنیلین بازی<sup>۲</sup> (PB) و لکو امرالدین بازی<sup>۳</sup> (LB) نارسانا هستند. این سه فرم پلی آنیلین در اثر واکنش اکسایش و کاهش به همدیگر قابل تبدیل هستند. شکل ۱-۳، فرم‌های مختلف پلی آنیلین را نشان می‌دهد.



لکو امرالدین بازی



امرالدین بازی



پرنیگر آنیلین بازی

شکل ۱-۳: فرم‌های مختلف پلی آنیلین [۱۹-۲۱]

پلی آنیلین به دو روش اکسایش الکتروشیمیایی و اکسایش شیمیایی سنتز می‌شود [۱۹-۲۱]. در روش اکسایش شیمیایی، بطور معمول به محلول آبی اسیدی حاوی آنیلین، یک ماده اکسید کننده اضافه می‌شود که باعث پلیمریزه شدن<sup>۴</sup> اکسایشی آنیلین می‌شود. در صورت نیاز به مقدار زیادتیر پلیمر، سنتز شیمیایی پلی آنیلین مناسب است. در سنتز شیمیایی پلی آنیلین، پلیمر بدست آمده دارای وزن مولکولی پایین است، که سبب پایین آمدن ویژگی‌های مکانیکی پلیمر حاصل، می‌شود. در روش الکتروشیمیایی

<sup>1</sup> Emeraldine base

<sup>2</sup> Pernigeraniline base

<sup>3</sup> Leucoemeraldine base

<sup>4</sup> polymerization

دو الکتروود رسانا مانند طلا<sup>۱</sup> و پلاتین<sup>۲</sup> در محلول دوپانت و مونومر، در یک حلال مناسب غوطه ور می‌شوند و یک پتانسیل الکتریکی بین الکتروودها اعمال می‌شود که موجب کنده شدن الکترون از مونومرهای مجاور الکتروود مثبت می‌شود. این فرآیند موجب تشکیل مرکزهای فعال کاتیونی در مونومر می‌شود و لایه پلیمر بر سطح الکتروود تشکیل می‌شود [۲۲ و ۲۳]. سنتز الکتروشیمیایی پلی آنیلین، در صورت نیاز به بررسی جزئیات فرآیند انتقال بار وسینتیک واکنش، مناسب است. سنتز شیمیایی پلی آنیلین به سه روش پلیمریزاسیون شیمیایی با استفاده از همزن مغناطیسی، روش بین فازی، و استفاده از دستگاه فراصوت قابل اجرا هستند. امواج فراصوت، از یک سو سبب افزایش سرعت واکنش پلیمریزه شدن، می‌شود. و بلورینگی پلیمر را بهبود می‌بخشد و از سوی دیگر واکنش‌های ناهمگن را انجام پذیر می‌سازد [۲۴ و ۲۵]. در سال‌های اخیر، بسیاری از پژوهشگران ارتباط بین بلورینگی پلی آنیلین و خواص فیزیکی آنیلین را مطالعه کردند و متوجه شدند که قدرت رسانایی نمونه‌های پلی آنیلین به درجه بلورینگی وابسته است و پلی آنیلین‌های با بلورینگی خوب در حلال‌هایی از قبیل تتراهیدروفوران و N متیل پیرولیدین حل می‌شوند [۲۶-۲۸].

### ۱-۳- تهیه اپوکسیدها (اکسیران‌ها)

اپوکسیدها و به ویژه اتیلن اکسید از جمله مواد کلیدی در تهیه مواد شیمیایی گوناگونی از قبیل گلیکول اترها، آمینوالکل‌ها، پلی استرها و پلی اورتان‌ها می‌باشند. ساده ترین اپوکسید، اتیلن اکسید است که از اکسایش فاز بخار اتیلن با هوا یا اکسیژن بر روی کاتالیزور نقره که به طور ناهمگن بر روی نگدارنده قرار گرفته تهیه می‌شود [۲۹]. متاسفانه بازده این روش به دلیل واکنش رقابتی اکسایش کربن آللیک پروپیلن اکسید، پایین می‌باشد. تولید کنندگان اولیه، مسیر کلروهیدرین را برای تولید پروپیلن اکسید به کار می‌بردند. این مسیر امروزه به دلایل زیست محیطی، تحت فشار فزاینده‌ای است. روشی که به طور گسترده در مقیاس آزمایشگاهی جهت تهیه اپوکسیدها مورد استفاده قرار می‌گیرد، واکنش یک

<sup>1</sup> Au

<sup>2</sup> Pt

پراسید آلی با آلکن می‌باشد اما گران بودن و مشکل نگهداری پراسیدها در حجم زیاد مانع از کاربرد تجاری آن‌ها شده است.

دی‌هیدروکسیل دار شدن با کاتالیزورهای فلزی<sup>۱</sup>، برای تبدیل آلکن‌ها به گلیکول‌های مربوطه، اولین بار توسط میلاس<sup>۲</sup> در سال ۱۹۳۰ گزارش شد [۳۰]. واکنشگر میلاس شامل هیدروژن پر اکسید در ترشری- بوتانل در ترکیب با برخی اکسیدهای فلزی نظیر  $OsO_4$ ،  $MoO_3$ ،  $V_2O_5$  و  $WO_3$  می‌باشد.

مطالعات بعدی در بسیاری از موارد حد واسط‌های اپوکسید را نشان می‌داد که حتی در برخی موارد در شرایط بازی یا خنثی می‌توانند به عنوان محصول اصلی باشند. اولین گزارش در مورد اپوکسایش با کاتالیزورهای فلزی و آلکیل هیدرو پر اکسیدها توسط هاوکینز<sup>۳</sup> گزارش شد [۳۱] که در آن با به کار بردن کومن هیدروپراکسید<sup>۴</sup> همراه با  $V_2O_5$  در اپوکسایش سیکلوهگزن، بازده ۳۰ درصد از سیکلوهگزن اپوکسید به دست آمد.

بریل<sup>۵</sup> استفاده از ترشری- بوتیل هیدروپراکسید در حضور کاتالیزورهای استیل استونات مولیبدن، وانادیم و کروم را ارائه نمود [۳۲]. تقریباً در همان زمان هالکون<sup>۶</sup> و ریچفیلد<sup>۷</sup> مستقلاً فرآیندی را برای تولید اپوکسیدها با استفاده از آلکیل هیدرو پراکسید در حضور کاتالیزورهای همگن از مولیبدن، وانادیم، تنگستن، تیتانیم، زیرکونیم و فلزات دیگر توسعه دادند [۳۳ و ۳۴]. کاتالیزور مولیبدن بالاترین سرعت و انتخاب گری را نشان می‌دهد و از این رو هالکون و آرکو<sup>۸</sup> با استفاده از این فناوری تولید تجاری پروپیلن اکسید را طراحی نمودند.

---

<sup>1</sup> Metal-catalyzed Dihydrxylation

<sup>2</sup> Millas

<sup>3</sup> Hawkins

<sup>4</sup> Cumene hydroperoxide

<sup>5</sup> Brill

<sup>6</sup> Halcon

<sup>7</sup> Richfield

<sup>8</sup> Arco

## ۱-۴- نانو ذرات نقره

یکی از موادی که به دلیل خواص آفت زدایی و ضد عفونی کنندگی به طور گسترده ای در ابعاد نانو تولید و استفاده می شود نقره است. تا کنون تحقیقات بسیار زیادی در زمینه تولید، کاربرد، خصوصیات و تاثیرات این ترکیب انجام شده است. امروزه نانو نقره به دلیل خواصی چون سمی نبودن و سازگاری با محیط زیست، کاربردهای وسیعی در صنایعی چون صنایع غذایی، صنعت نساجی، کاغذ و چاپ، لوازم منزل، مواد شوینده و بهداشتی پیدا کرده است. همچنین استفاده از آن به همراه مواد معدنی موجب بهبود مقاومت حرارتی، پایداری شیمیایی و استحکام مکانیکی شده است [۳۵].

### ۱-۴-۱- قابلیت های مورد استفاده

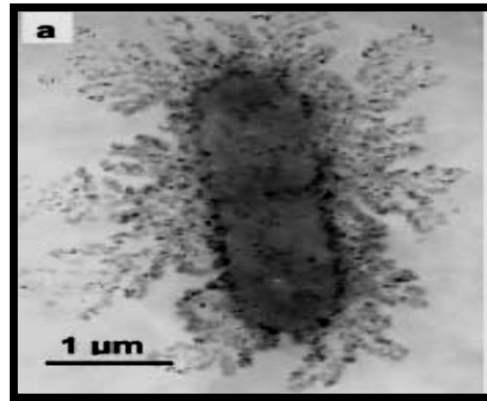
تا کنون در مورد تاثیرات ضد باکتری نانو ذرات نقره و کاربرد موثر آن در این راستا تاکید شده است. ویژگی های ضد قارچی نانوذرات نقره در تحقیقات مختلف مورد تایید قرار گرفته است. این ترکیب بر روی الیاف باعث عدم رشد قارچ های مخرب می شود [۳۵].

### ۱-۴-۲- مکانیسم های عملکرد نقره در برابر باکتری ها

فرآیند کاتالیزوری تولید اکسیژن فعال با نقره: این فرآیند بیشتر در مورد کامپوزیت های نانو نقره ای صدق می کند که روی پایه های نیمه هادی مانند  $TiO_2$  و  $SiO_2$  قرار می گیرند. در این وضعیت، ذره مانند پیل الکترود شیمیایی عمل می کند و با هیدرولیز کردن آب، یون  $OH^-$  را تولید می کند که از بنیان های فعال و از عوامل ضد میکروبی قوی نیز به شمار می روند [۳۶].

فرآیند یونی: در این فرآیند ذرات نانو نقره فلزی، به مرور زمان یون های نقره از خود تولید می کنند. حضور یون های نقره در طی واکنش جانشینی سبب تبدیل پیوند های S-H به سولفید نقره در جداره باکتری شده و در نتیجه، موجب از بین رفتن آنها می شود [۳۶ و ۳۷].

دیواره سلولی باکتری حاوی مقادیر زیادی بار منفی است، زمانی که این باکتری در مجاورت بافتی که حاوی نقره بوده قرار می گیرد، یون‌های با بار مثبت نقره، جذب بار منفی دیواره باکتری شده و در نهایت موجب از بین رفتن باکتری می شود [۳۸].



شکل ۴-۱: تصویر TEM سلول E-coli که در محیط لوریا برتانی مایع به مدت یک ساعت در برابر  $50 \mu\text{gcm}^{-3}$  از نانو ذرات نقره قرار گرفته است [۳۹].

در بعضی از میکروارگانیسم‌ها تنفس به وسیله آنزیم‌ها صورت می گیرد و نانو نقره با از بین بردن آن آنزیم‌ها مکانیسم تنفسی میکروارگانیسم‌ها را مختل می کند و باعث مرگ آن‌ها می شود ( یون‌های نقره زنجیره تنفسی باکتری را در سیتوکروم اکسیداز، بلوکه می کند) شکل ۴-۱ [۳۹ و ۴۰].

نانو ذرات نقره از راه‌های زیر خواص ضد میکروبی از خود نشان می دهند:

- ❖ چسبندگی به سطح سلول‌ها
- ❖ تجزیه لیپو پلی ساکاریدها
- ❖ نفوذ در داخل سلول باکتریایی و تخریب DNA
- ❖ اتصال به گروه‌های الکترون دهنده در مولکول‌ها
- ❖ آزادسازی یون‌های  $\text{Ag}^+$  [۴۱].



## ۱-۴-۳- به کارگیری نانو ذرات نقره در کشاورزی

بیماری های گیاهی از روی علائمی مانند تغییر رنگ یا تغییر شکل اندام ها شناسایی می شوند ولی مسئله اینجاست که این علائم مدتها پس از ورود عامل بیماری به بافت گیاه بروز پیدا می کنند. به همین خاطر با سریعترین اقدام ها برای جلوگیری از شیوع بیماری باز هم مقداری از محصول از بین می رود. از بین تدابیر موجود در مدیریت آفات کشاورزی، استفاده از آفت کش ها و سموم، سریعترین و ارزان ترین روش در وضعیت اضطراری است. امروزه مصرف بی رویه آفت کش ها مشکلات زیادی را ایجاد کرده اند. استفاده از داروهای (سموم) هوشمند در ابعاد نانو می تواند راه حل مناسبی باشد. نانو ذرات نقره، خواص فیزیکی و شیمیایی و فعالیت های زیستی ویژه ای دارند. در پی تحقیقات فراوان، استفاده از نانوذرات نقره، به ویژه در حوزه سلامت، به صورت وسیعی گسترش یافته است. این نانو ذرات می توانند برای از بین بردن پاتوژن های بیماری زای گیاهی<sup>۱</sup> که مسئول خسارات زیادی به مزارع کشاورزی بوده اند به کار گرفته شوند [۴۲].

## ۱-۵- باکتری ها و قارچ های مرتبط با گیاهان

### ۱-۵-۱- باکتری سودوموناس سرینگه<sup>۲</sup>

باکتری سودوموناس سرینگه باکتری هوازی گرم منفی و میله ای شکل است. این باکتری تاژک های قطبی متعددی برای حرکت دارد [۴۳]. اندازه آن ها ۰/۵ تا ۱ در ۱/۵ تا ۴ میکرومتر است. اکثر سودوموناس های بیماری زا گیاهان را آلوده می کنند و تعداد اندکی از آن ها می توانند انسان یا حیوانات را آلوده سازند. این گونه از باکتری در واقع نماینده بیش از ۵۰ گونه مختلف دیگر است، که مجموعه ای از باکتری ها با ویژگی های مشابه توسط بیماری زایی مشخص خود نسبت به یک یا چند گیاه میزبان از یکدیگر متمایز می شوند. هر سویه خاص از باکتری سودوموناس سرینگه برای یک گیاه خاص است.

<sup>1</sup> Plant pathogens diseases

<sup>2</sup> Pseudomonas syringae

**شانکرهای باکتریایی**<sup>۱</sup>: تعداد نسبتاً اندک از شانکرهای گیاهی بر اثر باکتری ایجاد می شوند، ولی برخی از آن ها گسترش وسیعی دارند و ویران کننده اند. یکی از مهم ترین باکتری هایی که بیماری های شانکری ایجاد می کند به قرار زیر است:

سودوموناس سرینگه، شانکرهای باکتریایی درختان میوه هسته دار و دانه دار که بیماری باعث ایجاد شانکر روی شاخه ها، تنه اصلی و مرگ درختان جوان و موجب کاهش محصول یا مرگ درختان بزرگ تر نیز می شود.

**توسعه بیماری:** باکتری ها در شانکر های فعال، جوانه ها و برگ ها به صورت سیستمیک در آوند چوبی برخی از میزبان ها، به شکل رورست روی جوانه ها و تنه درختان آلوده یا سالم، و احتمالاً بر سطح علف های هرز و گیاهان غیر حساس زمستان گذرانی می کنند شکل ۱-۵ [۴۳]. آلودگی شاخه های بزرگ، معمولاً در خلال پاییز و اوایل زمستان رخ می دهد. باکتری ها از طریق قاعده جوانه های آلوده و از محل ریزش برگ ها، زخم های هرس و زخم های دیگر وارد ساقه می شوند. باکتری ها به صورت میان سلولی در پوست شاخه ها حرکت می کنند و وارد پارانشیم های شعاعی آوند های چوبی و آبکشی می شوند. در مراحل پیشرفته آلودگی، باکتری ها باعث تخریب و فروپاشی سلول های پارانشیمی می شوند و حفره هایی انباشته از سلول های باکتری تولید می کنند. گاهی، لوله های آوند چوبی نیز مورد تهاجم باکتری ها قرار می گیرند ولی به نظر نمی رسد باکتری بتواند تا فاصله ای دور از آوند چوبی پخش شود. شانکر ها در پاییز نسبتاً سریع، در زمستان به کندی و در دوره بین آخر فصل سرما و شروع زمان رشد گسترده درختان در بهار، بسیار سریع ایجاد می شوند. با افزایش دما و رشد فعال درخت در بهار، توسعه شانکرها متوقف و در پیرامون شانکرها پینه (گال) تشکیل می شود و شانکر غیر فعال خواهد شد. برخی از شانکرها به طور دائمی غیر فعال می شوند ولی تعدادی از آن ها در سال دیگر دوباره فعال خواهند شد و به توسعه خود در سال های

---

<sup>۱</sup> Bacterial cankers

بعد ادامه می دهند. جوانه ها از راه قاعده پولک های خارجی پوشاننده جوانه، آلوده می شوند و عفونت به قاعده جوانه منتشر و منجر به مرگ بافت های قاعده آن و سرانجام مرگ تمامی جوانه می شود شکل ۱-۵ [۴۳]. گاهی باکتری ها به سمت پایین نیز پخش و باعث مرگ بافت های ساقه در اطراف جوانه مرده می شوند. در شرایط بسیار مرطوب، باکتری ها از قسمت های گل به سرعت پخش می شوند و ممکن است وارد سیخک و سرشاخه شوند و در آن ها شانکر ایجاد کنند. آلوده شدن برگ ها محدود به برگ های جوان و شاداب در بهار با هوای خنک و مرطوب می شود. عفونی شدن از طریق روزنه هاست. باکتری ها به صورت بین سلولی پخش و موجب از هم پاشیدگی و مرگ سلول ها و تشکیل لکه های ریز زاویه دار می شوند. در خلال دوره های بسیار مرطوب، باکتری ها از لکه های خشک و روزنه ها به بیرون تراوش می کنند [۴۳]، و با تماس مستقیم و با کمک باد و باران، یا حشراتی که جلب می شوند، به برگ های دیگر منتقل خواهند شد. با بلوغ یا رشد کامل برگ ها، حساسیت آن ها به بیماری کاهش می یابد و در اواخر فصل به ندرت آلوده می شوند.



شکل ۱-۵ : شانکرهای باکتریایی درختان میوه هسته دار ناشی از *P. syringae* pv. *syringae* و *P. syringae* pv. *morsprunorum* (A) شاخه جوان هلو با شانکرهای تولید کننده انگومک بعد از عفونی شدن طبیعی بر اثر باکتری. (B) شانکرهای بزرگتر به اندازه های مختلف روی شاخه هلو. (C) باکتری‌ها به داخل سرشاخه نیز وارد و موجب تغییر رنگ و مرگ بافت‌ها شده اند. (D) شانکر باکتریایی که بخش عمده عرض یا محیط ساقه هلو را فرا گرفته و با ترشح انگومک نیز همراه است [۴۳].

### ۱-۵-۲- باکتری باسیلوس<sup>۱</sup>

باکتری باسیلوس سوبتیلیس<sup>۲</sup> گرم مثبت و میله ای شکل است که معمولاً در خاک یافت می شود و دارای تاژک می باشد که باعث حرکت سریع تر آن می شود، و حدود ۴-۱۰ میکرومتر ( $\mu\text{m}$ ) طول و ۰/۲۵-۱ میکرومتر قطر دارند [۴۴]، کدر به رنگ های صورتی، زرد یا قهوه ای می باشند. این باکتری اندوسپور تشکیل می دهد، که آن را در برابر حرارت شدید و محیط های خشک مقاوم می سازد باسیلوس سوبتیلیس میکروبی هوازی است، اما می تواند در حضور نیترات یا گلوکز عملکردی بی هوازی داشته باشد [۴۵]. این باکتری پاتوژن یا سم نیست و عامل بیماری زا در نظر گرفته نمی شود به آسانی در

<sup>1</sup> Bacillus sp

<sup>2</sup> Bacillus subtilis

همه جا، هوا، خاک و کودهای گیاهان حضور دارد. پیش بینی می شود که بیشتر زمان ها را غیر فعال و در فرم اسپور خود سپری می کند تا زمانی که شرایط محیط مطلوب شود. هنگامی که باکتری فعال شود، آنزیم های بسیاری تولید می کند. یک آنزیم به روند تخریب گیاه کمک می کند. همراه با آنزیم، باسیلوس می تواند سمی به نام سوبتیلیسین<sup>۱</sup> تولید کند. سوبتیلیسین اگر به طور مکرر در غلظت های بالا وجود داشته باشد، می تواند باعث واکنش های آلرژیک شود. این تنها خطر برای تخمیر گیاهانی است که از مقادیر بالای سوبتیلیسین استفاده می کنند. سوبتیلیسین هم چنین در مواد شوینده استفاده می شود. علت واکنش های آلرژیک پس از استفاده از چنین مواد شوینده ای شناخته شده است، با این حال تنها در مقادیر زیاد می تواند رخ دهد. استفاده های متعددی برای باسیلوس سوبتیلیس و آنزیم هایی که تولید می کند وجود دارد. این باکتری می تواند برای ایجاد آنزیم آمیلاز<sup>۲</sup> و پروتئاز<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار گیرد. در گذشته قبل از معرفی آنتی بیوتیک باسیلوس سوبتیلیس به عنوان یک عامل ایمنی برای کمک به درمان بیماری های دستگاه گوارش و ادراری در سراسر جهان محبوب بود. از سال ۱۹۴۶ به عنوان کمک ایمنی در درمان روده به بازار عرضه شد [۴۶]. اما پس از معرفی آنتی بیوتیک های ارزان تر، علی رغم واکنش های آلرژیک کمتر و سمیت پایین تر در روده مصرف آن کاهش یافته است. به همین دلیل هنوز به طور گسترده ای در غرب اروپا و شرق میانه به عنوان طب جایگزین مورد استفاده قرار گرفته است. باسیلوس سوبتیلیس هم چنین برخی از ترکیبات ضد قارچی را تولید می کند، که به عنوان عوامل کنترل کننده پاتوژن های قارچی مورد بررسی قرار گرفته است. در حال حاضر به عنوان یک قارچ کش برای گیاهان زینتی و هم چنین در کشاورزی استفاده می شود، و به عنوان یک آفت کش نیز مورد استفاده قرار می گیرد بطوریکه مواد شیمیایی را تولید می کند که برای برخی حشرات سمی هستند [۴۷].

---

<sup>1</sup> Subtilisin

<sup>2</sup> Amylase

<sup>3</sup> Protease

**آسیب رسانی به گیاهان:** باسیلوس سوبتیلیس پاتوژن گیاهی در نظر گرفته نمی شود. با این حال، گزارش های متعددی در این خصوص که این باکتری با بیماری های گیاهی خاصی مرتبط است وجود دارد. این باکتری قادر به تجزیه پکتین<sup>۱</sup> و پلی ساکارید<sup>۲</sup> موجود در بافت گیاهی است، و همچنین می تواند باعث پوسیدگی نرم غده سیب زمینی شود [۴۷].

**آسیب رسانی به انسان:** این باکتری به دلیل اسپورزا بودن تا حدودی دارای مقاومت در برابر فرآیند های محافظتی مواد غذایی است. این باکتری در صورت رشد و تکثیر در ماده غذایی توکسین<sup>۳</sup> مقاوم به حرارت تولید می کند که با سندرم استفراغی همراه است. از جمله علائم مسمومیت با باسیلوس سوبتیلیس می توان به استفراغ، درد های شکمی و تهوع ناگهانی اشاره کرد. بیشترین غذاهایی که درگیر و آلوده به گونه های باسیلوس هستند شامل محصولات گیاهی و سبزیجات، گوشت، ادویه ها، آرد غلات، فرآورده های برنجی یا غذاهای نشاسته ای است [۴۷].

### ۱-۵-۳- قارچ رایزوکتونیا سولانی<sup>۴</sup>

گونه های رایزوکتونیا معرف گروهی بزرگ از قارچ های متنوع و پیچیده هستند. همه قارچ های رایزوکتونیا میسلیوم عقیم، و در بعضی موارد سختینه هایی کوچک با بافت داخلی نامتمایز دارند. یاخته های میسلیومی مهمترین گونه رایزوکتونیا، یعنی رایزوکتونیا سولانی، چند هسته ای اند، ولی یاخته های میسلیومی بعضی از دیگر گونه ها دو هسته دارند. میسلیوم گونه های رایزوکتونیا که در جوانی بی رنگ و با گذشت زمان قهوه ای متمایل به زرد یا قهوه ای روشن هستند، یاخته های دراز دارند. همچنین ریشه های فرعی که نسبت به ریشه اصلی عمودند، در محل انشعاب کمی باریک می شوند و نزدیک محل اتصال یک دیواره عرضی دارند. در حال حاضر روشن شده رایزوکتونیا سولانی گونه ای مرکب، شامل تعدادی از سویه های کم و بیش غیرخوبشاوند است. براس تشخیص سویه های رایزوکتونیا از روش ریشه بندی (پیوند

<sup>1</sup> Pectin

<sup>2</sup> Polysaccharide

<sup>3</sup> Toxin

<sup>4</sup> Rhizoctonia solani

ریسه‌ها از راه تماس) استفاده می‌شود، زیرا ریسه پیوندی فقط بین سوبه‌های متعلق به یک گروه رخ می‌دهد.

## توسعه بیماری

بیمارگر معمولاً به صورت میسلیم یا سختینه در خاک و درون یا روی گیاهان چند ساله آلوده زمستان-گذرانی می‌کند. در بعضی از میزبان‌ها، عامل بیماری حتی ممکن است با بذر منتقل شود. قارچ یاد شده در بیشتر خاک‌ها وجود دارد و وقتی در مزرعه‌ای مستقر شد، به مدت نامحدود در آن باقی می‌ماند. قارچ‌های ریزوکتونیا با باران، آب آبیاری، یا سیلاب، با ابزار و هر وسیله دیگر که خاک آلوده را حمل کند، و با مواد ازدیادی آلوده یا بیمار، انتشار یابند. دمای بهینه بیشتر نژادهای قارچ برای ایجاد عفونت حدود ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد است. ولی بعضی از نژادها در دماهای بالاتر تا ۳۵ درج سانتی‌گراد بیشترین فعالیت را دارند. بیماری در خاک‌های دارای رطوبت متوسط، شدیدتر از خاک‌های غرقاب یا خشک است. اگر رشد گیاه به علت نامناسب بودن شرایط محیطی کند باشد، شدت بیماری در گیاهان جوان بیشتر است.

## کنترل

کنترل بیماری ریزوکتونیایی اصولاً مشکل است. از کشت در اراضی مرطوب یا کم‌زهکشی شده باید پرهیز کرد. بذر عاری از بیماری باید در بسترهای برجسته و در شرایطی که گیاهچه سریع رشد کند، کشت شود. فاصله بین بوته‌ها باید زیاد باشد تا سطح خاک و گیاهان به خوبی تهویه شوند. در صورت امکان، خاک گلخانه‌ها و خزانه‌های بذری، با بخار آب سترون یا با مواد شیمیایی ضدعفونی شود. هرگاه نژادهای اختصاصی بیمارگر در خاک اسقرار یابند، یک تناوب سه ساله با گیاهان دیگر می‌تواند مفید باشد. در بیشتر سبزی‌ها، قارچ‌کش موثری برای کنترل بیماری‌های ریزوکتونیا در دسترس نیست، با وجود این، چند قارچ‌کش وجود دارد که برای خیس کردن زمین قبل از کشت و یک یا دو بار محلول‌پاشی

روی گیاهچه‌ها بلافاصله بعد از سبز شدن توصیه می‌شود. بیماری‌های ریزوکتونیایی علف‌چمنی‌ها را می‌توان با سمپاشی و استفاده از بعضی از قارچ‌کش‌های تماسی و جذبی، به خوبی کنترل کرد [۴۸].

### ۱-۵-۴- قارچ فوزاریوم گرامینه آروم<sup>۱</sup>

گندم یکی از مهمترین محصولات غذایی در سراسر دنیا و تامین کننده ۲۰ درصد کالری و پروتئین مورد نیاز انسان می‌باشد. بیماری بلایت فوزاریوم سنبله<sup>۲</sup> توسط گونه‌های مختلف قارچ فوزاریوم از جمله فوزاریوم گرامینه آروم ایجاد می‌شود. این قارچ از مخرب‌ترین بیماری‌های گندم در مناطق گرم و مرطوب است و منجر به کاهش عملکرد دانه و کیفیت گندم و جو می‌گردد [۴۹ و ۵۰]. این پاتوژن، بیماری ویرانگری تحت عنوان اسکب<sup>۳</sup> تولید می‌کند که در گندم، جو و سایر غلات دانه ریز دیده می‌شود [۵۱]. دانه‌های آلوده بصورت بی‌رنگ و با وزن کمتری هستند و در موارد شدید بیماری، بصورت چروکیده در می‌آیند [۵۲]. قارچ عامل بیماری، این قابلیت را دارد که مقدار قابل توجهی از محصول را قبل از برداشت از بین برده و باعث خسارت شدید به مزارع می‌شود. علاوه بر خسارت مستقیم وارد شده به مزارع از طریق این قارچ، به دلیل کاهش عملکرد میکوتوکسین‌های فراوانی نیز که بوسیله قارچ بیمارگر تولید می‌شود، باعث افت شدید کیفیت محصول می‌گردد [۵۰ و ۵۲] توصیف کاملی از بیان ژن‌های سنبله گندم در طول آلودگی به قارچ فوزاریوم گرامینه آروم برای شناسایی و کشف ژن‌های کاندید مرتبط با مقاومت بلایت فوزاریوم ضروری می‌باشد [۵۳]. با استفاده از تکنیک‌های مهندسی ژنتیک، ژن مسئول مقاومت می‌تواند از هر منبعی به گیاه زراعی انتقال داده شود که این امر باعث افزایش تعداد و گوناگونی ژن‌های مورد استفاده می‌شود [۴۹].

<sup>1</sup> *Fusarium graminearum*

<sup>2</sup> *Fusarium Head Blight (FHB)*

<sup>3</sup> Scab

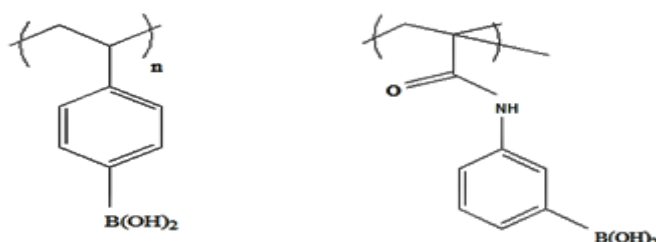


## ۱-۶- مروری بر کارهای گذشته

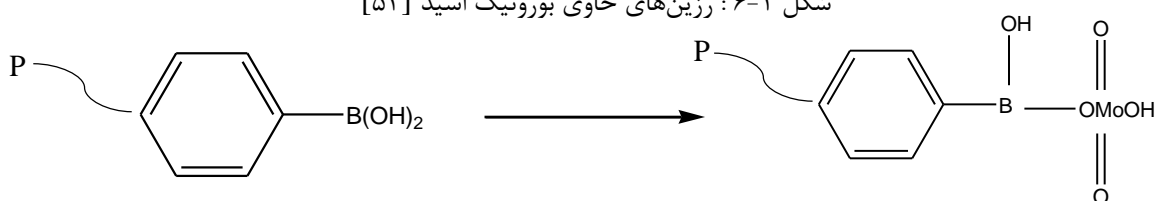
با توجه به اینکه در تحقیق حاضر بررسی دو خاصیت کاتالیزگری و ضد میکروبی بر روی دو نوع ترکیب سنتز شده (شامل فلز مولیبدن و نقره) با بستر پلی آنیلین انجام شده است، در این بخش نیز نمونه‌هایی از کارهای مرتبط به صورت جداگانه آورده شده است.

### ۱-۶-۱- خاصیت کاتالیزوری

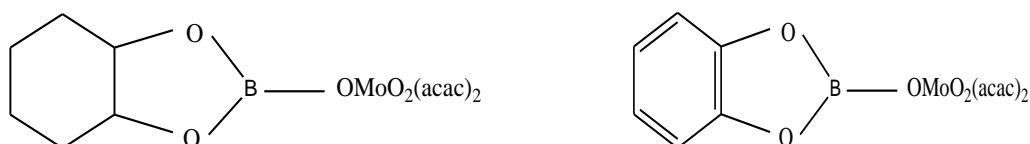
تمپستی<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۱۹۸۸ با استفاده از پلیمرهای حاوی بورونیک اسید شکل ۱-۶ و واکنش شکل ۱-۷ جزء مولیبدن (VI) را بر روی آن قرار دادند و این اجزاء را در حضور ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید و اتیلن بنزن هیدروپراکسید برای اپوکسایش سیکلوهگزن مورد استفاده قرار دادند. فعالیت کاتالیزوری و انتخاب‌گری این کاتالیزورهای ناهمگن پلیمری در مقایسه با کمپلکس‌های مشابه آن شکل ۱-۸ قابل ملاحظه است [۵۴].



شکل ۱-۶: رزین‌های حاوی بورونیک اسید [۵۴]



شکل ۱-۷: واکنش کمپلکسی از مولیبدن (VI) با رزین حاوی بورونیک اسید [۵۴]

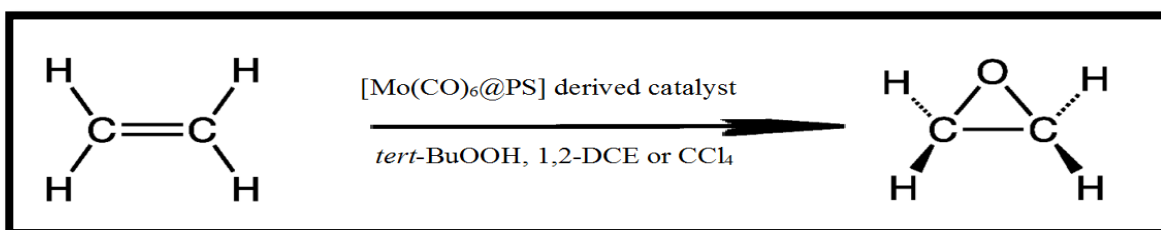


شکل ۱-۸: کمپلکس‌های مولیبدن (VI) با لیگاند حاوی گروه بورات [۵۴]

<sup>1</sup> Tempesti

استامنوا<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۱۹۹۱ پلی اتیلن اکسید ( حاوی اتصال عرضی ) که با پلی آکرلیک اسید، پلی ۴- وینیل پیریدین و پلی وینیل الکل در هم نفوذ کرده اند یا بهم متصل هستند را به عنوان نگه‌دارنده برای اجزاء مولیبدن(VI) بکار بردند. کاتالیزورهای ناهمگن حاصل در حضور ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید در اپوکسایش استایرن مورد استفاده قرار گرفتند که فعالیت مناسبی را گزارش دادند [۵۵].

تنگستانی نژاد و همکارانش در سال ۲۰۱۰ هگزاکربونیل مولیبدن در حفرات پلی استایرن محصور کردند، کاتالیزور  $\text{Mo}(\text{CO})_6@PS$  با استفاده از سوسپانسیون پلیمر استایرن و دی وینیل بنزن در حضور  $\text{Mo}(\text{CO})_6$  سنتز شد شکل ۱-۹. کاتالیزور بدست آمده در واکنش‌های اپوکسایش آلکن‌های مختلف در حضور اکسنده  $t\text{-BuOOH}$  مورد استفاده قرار گرفت [۵۶].



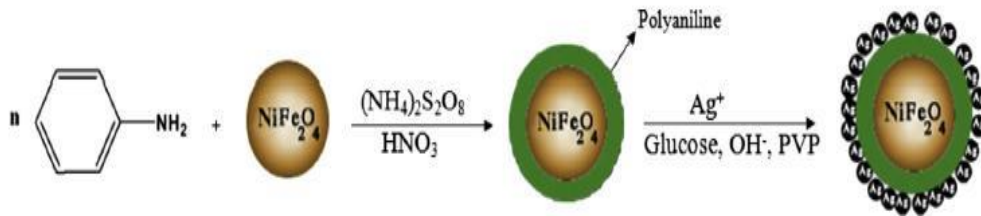
شکل ۱-۹: کاربرد کاتالیزور  $\text{Mo}(\text{CO})_6@PS$  در اپوکسایش آلکن‌ها [۵۶]

### ۱-۶-۲- خاصیت ضد میکروبی

در گزارشی که توسط کوتی و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی نانو کامپوزیت  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Ag}$  صورت گرفت مشخص شد هنگامی که کامپوزیت  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Ag}$  با استرپتومایسین ترکیب می شود به عنوان یک عامل ضدباکتری بسیار عالی عمل می کند [۵۷]. این کامپوزیت طی سه مرحله سنتز شد. در ابتدا  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  به روش Stöber با سیلیس پوشش داده شد و سپس نانو ذرات نقره بر روی سطح آن قرار گرفتند. آن‌ها در گزارشی دیگر نیز نانو ذرات فریت نیکل را به روش احتراق سنتز کردند سپس با پلی آنیلین پوشش دادند و در انتها نیز طی یک واکنش کاهش نانو ذرات نقره را بر روی آن

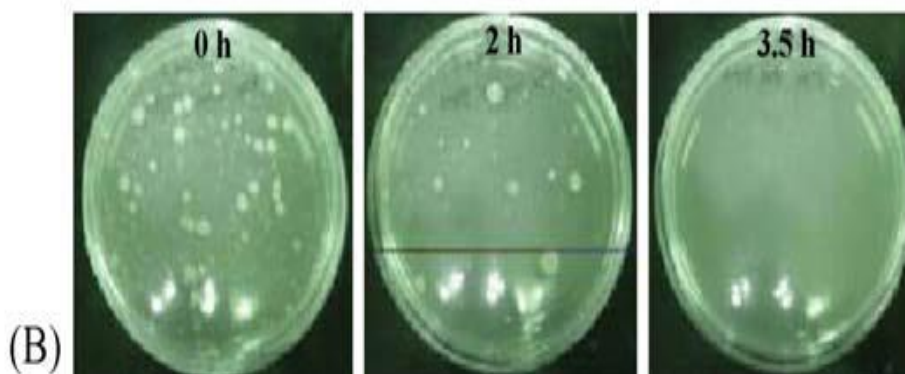
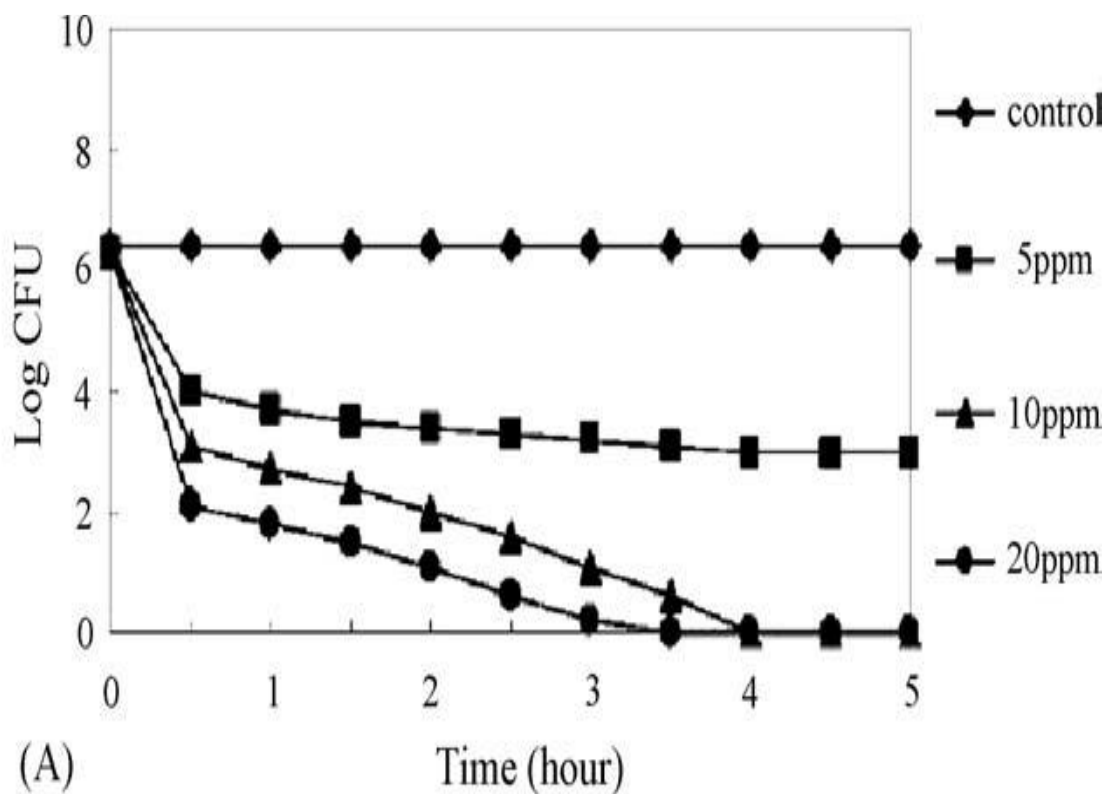
<sup>1</sup> Stamenova

تثبیت کردند و نانو کامپوزیت سه جزئی  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PANI}/\text{Ag}$  را به دست آوردند و فعالیت آنتی باکتریال آن را بررسی نمودند شکل ۱۰-۱ [۵۸].

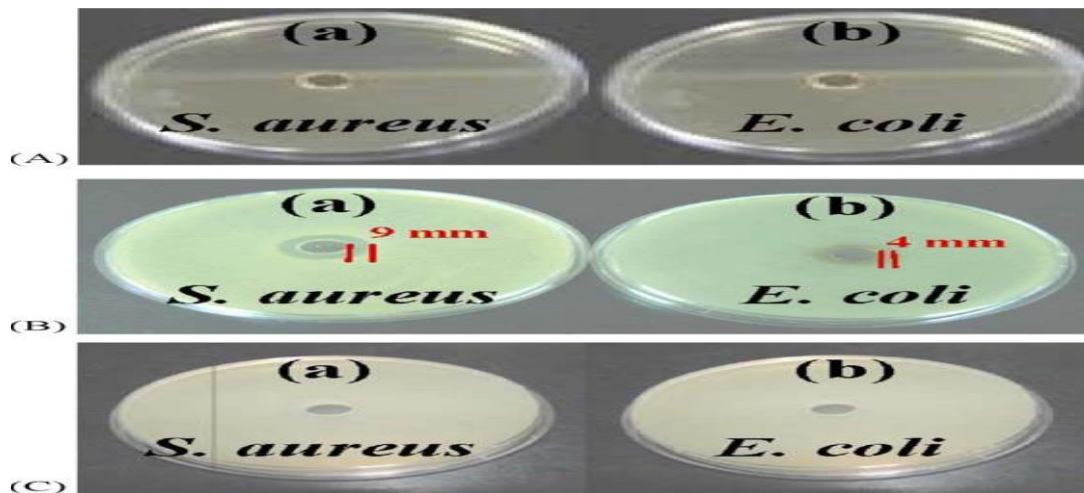


شکل ۱۰-۱ : آماده سازی نانو کامپوزیت  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PANI}/\text{Ag}$  [۵۸]

Cho و همکاران در سال ۲۰۰۵ کمترین غلظت بازدارندگی نانوذرات نقره و نانوذرات پلاتین را بر روی توقف رشد استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی مطالعه کردند شکل ۱۱-۱ و ۱۲-۱ [۵۹].

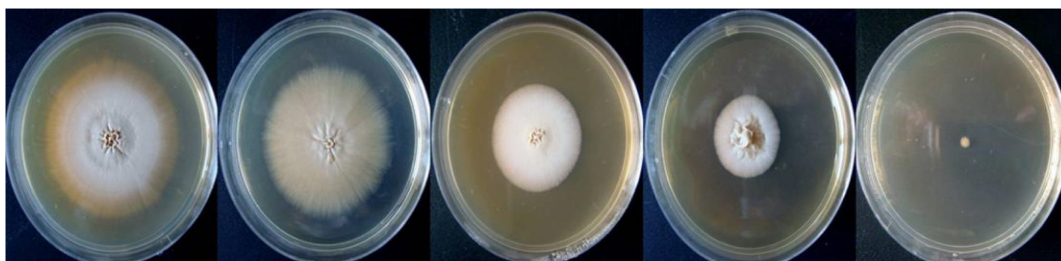


شکل ۱-۱۱: (A) منحنی مهار رشد استافیلو کوکوس اورئوس در کمترین مقدار از غلظت‌های مختلف نانوذرات محلول Ag-NPs. (B) مهار کلونی‌ها بعد از اضافه کردن Ag-NPs (۱۰ ppm)، و پس از گذشت ۰، ۲ و ۳/۵ ساعت [۵۹].



شکل ۱-۱۲: فعالیت ضد میکروبی (A) نانوذرات پلاتین تثبیت شده با PVP، (B) نانوذرات نقره تثبیت شده با PVP (C) نانوذرات نقره تثبیت شده با SDS در برابر استافیلوکوکوس اورئوس (a) و باکتری اشرشیا کلی (b). غلظت نانوذرات نقره و نانوذرات پلاتین  $10 \mu\text{L}$  (۵/۴ppm) [۵۹].

کوان شیا<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۴ اثر نانو ذرات نقره در غلظت های مختلف را بر روی قارچ *تریکاسپیرن آساهی*<sup>۲</sup> بررسی کردند و نشان دادند که در غلظت بیشتر از  $8 \mu\text{g/ml}$  هیچ کلونی در صفحات رشد پیدا نمی کند و هنگامی که غلظت کمتر از  $2 \mu\text{g/ml}$  باشد، نانو ذرات نقره اثر مهار کنندگی بر رشد کلونی ها نشان نمی دهند. شکل ۱-۱۳ [۶۰].



شکل ۱-۱۳: قارچ *Trichosporon asahii* رشد پیدا کرده بر صفحات دکستروز آگار. غلظت نانو ذرات نقره به ترتیب از چپ به راست شامل می باشد  $0 \mu\text{g/ml}$ ،  $2 \mu\text{g/ml}$ ،  $4 \mu\text{g/ml}$ ،  $6 \mu\text{g/ml}$  و  $8 \mu\text{g/ml}$  [۶۰].

<sup>1</sup> Kuan Xiaand co-workers

<sup>2</sup> *Trichosporon asahii*

## ۱-۷- هدف

با توجه به مقاومت باکتری ها و قارچ ها نسبت به انواع آنتی بیوتیک ها و عوامل ضد میکروبی مرسوم، تحقیقات بسیاری برای یافتن انواع جدید عوامل ضد میکروبی موثر انجام شده است. به علاوه، اپوکسایش آلکن ها و تبدیل آن ها به محصولات اپوکسیدی یکی از روش های مهم در علم شیمی محسوب می شود. زیرا اپوکسید ها به عنوان حد واسطه های مهم و با ارزش در سنتز های شیمیایی به کار می روند. هدف از این پژوهش نیز بررسی اثر نانو فیبر پلی آنیلین حاوی نقره بر رشد دو نوع باکتری به نام های سودوموناس سرینگه و باسیلوس و دو نوع قارچ به نام های فوزاریوم گرامینه اروم و رایزوکتونیا سولانی می باشد. هم چنین، ساخت یک کاتالیزور قابل بازیافت مولیبدن برای اپوکسایش اولفین ها نیز مورد بررسی قرار می گیرد. به این منظور ابتدا نانو فیبر پلی آنیلین به روش پلیمریزاسیون شیمیایی، سنتز شد. سپس به منظور بررسی خاصیت ضد میکروبی آن، ذرات  $AgNO_3$  بر سطح آن تثبیت شدند و در ادامه با  $NaBH_4$  کاهش داده شدند. برای بررسی خاصیت کاتالیزوری آن نیز کمپلکس مولیبدن به بستر پلی آنیلین متصل شد.

## فصل دوم

---

# بخش تجربی

## ۲- بررسی اثر ضد میکروبی و کاتالیزوری نانوفیبر پلی آنیلین اصلاح سطح شده

کاتالیزور ناهمگن PANI/Ag با تثبیت ذرات  $\text{AgNO}_3$  بر روی بستر پلی آنیلین ( سنتز شده به روش پلیمریزاسون شیمیایی) و کاهش یون‌های نقره توسط  $\text{NaBH}_4$  تهیه شد و بررسی‌های لازم برای شناسایی ساختار این کاتالیزور انجام شد، سپس فعالیت ضد میکروبی کاتالیزور تهیه شده بر روی دو نوع باکتری و قارچ انجام شد. کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo نیز با نشان دادن مولیبدن بر روی بستر پلی آنیلین تهیه شد و بررسی‌های لازم برای شناسایی ساختار این کاتالیزور انجام شد. سپس کاتالیزور تهیه شده در واکنش اپوکسایش آلکن‌ها به کار گرفته شد و پارامترهای گوناگون هم چون اثر حلال، مقدار کاتالیزور، نوع اکسنده، مقدار اکسنده و زمان، بررسی و بهینه شد.

## ۲-۱- مواد و معرف‌های به کار گرفته شده

آلکن‌ها، حلال‌ها و سایر مواد از شرکت مرک تهیه شدند. مواد به کار رفته در سنتز بستر کاتالیزوری عبارتند از:

آنیلین (Aniline)، اسید هیدروکلریدریک (HCl)، پتاسیم پر سولفات ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ )، متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )، اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ). مواد به کار رفته در تهیه محیط کشت باکتری‌ها و قارچ‌ها به ترتیب نوترینت آگار (NA) و پوتیتو دکستروز آگار (PDA) می‌باشند. باکتری‌ها و قارچ‌ها از کلکسیون دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردیدند. دیگر ترکیب‌های به کار گرفته شده برای سنتز کاتالیزورها و آزمایش‌های بهینه سازی کارکرد آن‌ها عبارتند از: نقره نیترات ( $\text{AgNO}_3$ )، سدیم بور هیدرید ( $\text{NaBH}_4$ )، هگزا کربونیل مولیبدن  $[\text{Mo}(\text{CO})_6]$ ، تتراهیدروفوران (THF)، ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید (TBHP, ۷۰٪)، آب، اکسیژنه ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , ۳۵٪)، اوره هیدروژن پراکسید، استایرن، سیکلواکتن،  $\alpha$ -متیل استایرن، ۱-اکتن، سیکلواکتن،  $\alpha$ -پینن، سیکلوهگزن، ۱-هگزن، استونیتریل ( $\text{CH}_3\text{CN}$ )، تتراکلرید کربن ( $\text{CCl}_4$ )، کلروفرم ( $\text{CHCl}_3$ )، دی کلرومتان ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) و متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) و ۱ و ۲ دی کلرواتان (DCE).



## ۲-۲- دستگاه های به کار گرفته شده

### ۲-۲-۱- دستگاه طیف سنج تبدیل فوریه (FT-IR)

تمامی طیف های IR مربوط به دستگاه FT-IR مدل ۲۷ SENSOR ساخت کشور آلمان مدل Bruker و با استفاده از قرص (پتاسیم برمید) KBr خشک ثبت شد.

### ۲-۲-۲- دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی همراه با ترکیب شیمیایی نمونه

#### (FE-SEM, EDX)

برای بررسی مورفولوژی و تعیین اندازه ذرات و هم چنین ترکیب شیمیایی نمونه ، دستگاه FE-SEM همراه با EDX مدل (FE-SEM, Mira 3-XMU) با ولتاژ ۱۵ kV به کار گرفته شد.

### ۲-۲-۳- دستگاه پراش پرتو ایکس (XRD)

الگوهای پراش پرتو ایکس نمونه های پودری به وسیله دستگاه Bruker D8 با لامپ مس ثبت شد.

### ۲-۲-۴- دستگاه ICP

درصد فلز نشانده شده، با دستگاه ICP ساخت شرکت Integralxl انجام شد.

### ۲-۲-۵- دستگاه آنالیز حرارتی (TG/DTG)

به منظور بررسی رفتار حرارتی ماده از دستگاه آنالیز حرارتی مدل STA ۵۰۳، با سرعت ۱۰° C/min ، تا دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس و جو هوا انجام شد.

## ۲-۲-۶- همزن اولتراسونیک

دستگاه اولتراسونیک Bandelin آلمان، جهت یکنواخت کردن نانو فیبر و جلوگیری از کلوخه ای شدن آن ها، مورد استفاده قرار گرفت.

## ۲-۲-۷- دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)

محصولات اپوکسایش از طریق مقایسه زمان بازداری آن ها با نمونه های خالص شناسایی شدند و بازده آن ها تعیین شد. بدین منظور دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل میکروپارس با آشکارساز یونش شعله ای و ستون DC-۲۰۰ Silicon، ساخت شرکت طیف گستر به کار گرفته شد که مشخصات دستگاه در جدول ۱-۲ آورده شده است.

N <sub>2</sub>	گاز حامل
۲ bar	فشار N <sub>2</sub>
۱۵۰ ml/min	سرعت O <sub>2</sub>
۳۰ ml/min	سرعت H <sub>2</sub>
FID	نوع دتکتور
SE-۳۰	نوع ستون
۸۰-۶۰ °C	دما بر حسب نوع آلکن

جدول ۱-۲ : مشخصات دستگاه کروماتوگرافی گازی

## ۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS ۰/۱۷ تحت ویندوز استفاده شد. لگاریتم تعداد باکتری-های مورد مطالعه و هم چنین میزان قطر قارچ های مورد بررسی در غلظت های مختلف از نانو ذره PANi/Ag و مدت زمان نگهداری با آزمون آنالیز واریانس (AVOVA) ارزیابی شد. سطح معنی داری برابر  $P < 0/01$  بود. نرم افزار MSTATC برای این اهداف مورد استفاده قرار گرفت.

## ۲-۴- سنتز و آماده سازی مواد

### ۲-۴-۱- سنتز پلی آنیلین (PANI)

در یک بالن، ۵ میلی لیتر محلول آنیلین در ۳۰۰ میلی لیتر اسید هیدرو کلریدریک ۱N، تا دمای ۷۰ درجه سانتی گراد، حرارت داده شد و در بالنی دیگر، ۷/۴ میلی لیتر پتاسیم پرسولفات نیز در ۲۰۰ میلی لیتر اسید هیدرو کلریدریک ۱N، تا دمای ۷۰ درجه سانتی گراد، حرارت داده شد، سپس قطره قطره با هم زدن مداوم حجم کل اکسید کننده به محلول آنیلین اضافه شد و به مدت ۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد، هم زده شد سپس به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق هم زده شد. سپس رسوب تشکیل شده با استفاده از قیف بوختر جدا شده و با آب و متانول شستشو داده شد و خشک گردید. رسوب حاصله با هاون، خردگردید و سپس مقدار ۰/۵ گرم رسوب پودر شده با ۵ میلی لیتر اتانول شستشو داده شد، مخلوط حاصله سانتریفیوژ و رسوب حاصله خشک شد [۶۱].

## ۲-۴-۲- عامل دار کردن پلی آنیلین (PANI/AHS)

در یک بشر، ۰/۳ گرم لیگاند AHS ( سدیم ۴- آمینو ۵- هیدروکسی ۷- سولفونفتالن ۲- سولفونات)<sup>۱</sup>، در ۲۰ میلی لیتر اتانول حل شد و ۰/۵ گرم پلی آنیلین به محلول اضافه شد. سپس در یک بالن ۵۰ میلی لیتری به مدت ۱۲ ساعت، در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد، به هم زده شد. مخلوط حاصله سانتریفیوژ و سپس با اتانول شستشو داده شده و در دمای محیط خشک شد.

## ۲-۴-۳- اتصال کمپلکس [MoO<sub>2</sub>(acac)<sub>2</sub>] بر روی پلی آنیلین (PANI/AHS/Mo)

برای فلز دار کردن پلی آنیلین عامل دار شده، در یک بالن ۵۰ میلی لیتری ۰/۵ گرم پلی آنیلین عامل دار شده به همراه ۰/۳ گرم MoO<sub>2</sub>(acac)<sub>2</sub> و ۱۰ میلی لیتر اتانول به مدت ۲۴ ساعت در شرایط رفلاکس واکنش داده شد. رسوب بدست آمده از مخلوط واکنش با سانتریفیوژ جدا و چندین مرتبه با اتانول شستشو داده شد و طی ۱۲ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک و مقدار مولیبدن قرار گرفته بر روی بستر بر اساس روش ICP تعیین شد. طیف FT-IR و تصویر FE-SEM و آنالیز TG/DTG به ترتیب در شکل‌های ۳-۳ تا ۳-۱۳ آورده شده است.

## ۲-۴-۴- سنتز نانوکامپوزیت پلی آنیلین / نقره (PANI/AHS/nAg)

برای سنتز کامپوزیت پلی آنیلین / نقره (PANI/AHS/nAg) مقدار ۰/۲ گرم پلی آنیلین عامل دار شده، را به یک بالن ۲۵ میلی لیتری منتقل کرده و به آن ۷ میلی لیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار (۰/۲۵ میلی مول) نیترات نقره (AgNO<sub>3</sub>) اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۴ ساعت در دمای محیط به طور دائم هم زده شد. رسوب بدست آمده فیلتر و به بالنی حاوی ۵ میلی لیتر، آب مقطر منتقل گردید. سپس ۱۰ میلی لیتر از محلول تازه تهیه شده سدیم بور هیدرید (NaBH<sub>4</sub>) به صورت قطره قطره به محتویات بالن در حال هم خوردن، اضافه و مخلوط به مدت ۵ ساعت با همزن برقی در

<sup>1</sup> Sodium 4- amino 5- hydroxy7- sulfonaphthalen 2- sulfonate

دمای محیط بهم زده شد. پس از کامل شدن واکنش، رسوب بدست آمده با آب مقطر شستشو داده شد و به مدت ۲ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک گردید و رسوب خشک شده، به مدت نیم ساعت زیر نور مرئی قرار داده شد.

## ۲-۵- اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo

### ۲-۵-۱- بررسی اثر نوع حلال

۴ واکنش در شرایط یکسان برای سیکلواکتن انجام شد. به این صورت که در هر بالن ته گرد ۱۰ میلی لیتری، ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo، ۶۵ میلی گرم (۰/۵ میلی مول) سیکلواکتن، ۰/۴ میلی لیتر (۱/۱۲) میلی مول اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید (TBHP) اضافه گردید. سپس ۲ میلی لیتر کلروفرم، و ۱ و ۲ دی کلرواتان، متانول، دی کلرومتان، استونیتریل و تتراکلریدکربن به مخلوط واکنش اضافه گردید. و در حمام روغن در دمای مورد نیاز (نقطه ی جوش حلال) در فشار اتمسفر به مدت ۲ ساعت در شرایط رفلاکس قرار گرفت. پیشرفت واکنش به وسیله ی دستگاه کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در جدول ۳-۲ و شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است. بر اساس داده های به دست آمده ۱ و ۲ دی کلرواتان به عنوان بهترین حلال انتخاب شد.

### ۲-۵-۲- بررسی اثر نوع اکسنده

برای بررسی اثر نوع اکسنده، چهار واکنش موازی برای سیکلواکتن انجام شد. در ۴ بالن ۱۰ میلی لیتری، ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن، ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo و ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با هم مخلوط شدند، سپس به هر بالن ۱/۱۲ میلی مول از اکسنده های زیر اضافه گردید. ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید (۰/۴ میلی لیتر) هیدروژن پراکسید (۰/۰۷۵ میلی لیتر) و ۰/۱۳ گرم اوره هیدروژن پراکسید، تمامی واکنش ها به مدت ۳ ساعت در شرایط رفلاکس قرار گرفتند. در ۳ بالن ۱۰ میلی لیتری دیگر مقادیر ذکر شده واکنشگر ها این بار با حلال استونیتریل مورد بررسی قرار گرفت. پیشرفت واکنش ها توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در جدول ۳-۳ و

شکل ۳-۱۶ نشان داده شده است. بنابر نتایج به دست آمده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید در حلال ۲۰۱ دی کلرواتان به عنوان مناسب ترین اکسنده برگزیده شد و در مراحل بعد به کار گرفته شد.

### ۲-۵-۳- بررسی اثر زمان

به منظور بررسی اثر زمان ۶ آزمایش به شرح زیر انجام شد. در هر آزمایش مقدار ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن، ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo، ۲ میلی لیتر حلال ۲۰۱ دی کلرواتان و ۱/۱۲ میلی مول ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید به یک بالن ۱۰ میلی لیتری اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه، ۳۰ دقیقه، ۴۵ دقیقه، ۶۰ دقیقه، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه در شرایط رفلاکس قرار داده شد. پیشرفت واکنش ها با دستگاه کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج، واکنش در زمان ۱ ساعت کامل می شود. نتایج واکنش در جدول ۳-۴ و شکل ۳-۱۷ آورده شده است.

### ۲-۵-۴- بررسی اثر مقدار کاتالیزور

برای بررسی بهترین مقدار کاتالیزور PANI/AHS/Mo، مقادیر ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم کاتالیزور مورد آزمایش قرار گرفت. هر آزمایش در یک بالن ۱۰ میلی لیتری با مقدار ۱/۱۲ میلی مول اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید، ۲ میلی لیتر حلال ۲۰۱ دی کلرواتان و ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن به مدت ۱ ساعت در شرایط رفلاکس قرار گرفتند. نتایج به دست آمده با به کارگیری دستگاه کروماتوگرافی گازی دنبال شد. با توجه به نتایج مقدار ۱۵ میلی گرم کاتالیزور به عنوان بهینه انتخاب شد. نتایج در جدول ۳-۵ و شکل ۳-۱۸ آورده شده است.

### ۲-۵-۵- بررسی اثر مقدار اکسنده

به منظور بررسی مقدار اکسنده مقادیر ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ میلی لیتر ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید مورد آزمایش قرار گرفت. در هر مورد ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن، ۲ میلی لیتر حلال ۲۰۱ دی کلرواتان و ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به بالن آزمایش اضافه شد. هر کدام از واکنش ها به مدت ۱ ساعت در شرایط رفلاکس قرار گرفت. پیشرفت هر یک از واکنش ها با دستگاه کروماتوگرافی گازی

دنبال شد. با توجه به نتایج مقدار ۰/۴ میلی لیتر (۱/۱۲ میلی مول) اکسنده به عنوان بهترین مقدار اکسنده انتخاب شد. نتایج در جدول ۳-۶ و شکل ۳-۱۹ نشان شده است.

## ۲-۵-۶- بررسی بازیابی کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در اپوکسایش سیکلواکتن

به این منظور در یک بالن ۱۰ میلی لیتری مقدار ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن، ۱۵ میلی گرم کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo، ۰/۴ میلی لیتر (۱/۱۲ میلی مول) ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید با ۲ میلی لیتر حلال ۲ و ۱ دی کلرواتان مخلوط و در دمای ۸۰°C رفلاکس شد. سپس مخلوط واکنش با استفاده از سانتریفیوژ و ۲ بار با حلال شست و شو داده شد و در دمای اتاق خشک شد. پس از این زمان کاتالیزور خشک شده دوباره در واکنش مشابه قرار داده شد. این کار تا ۳ مرتبه دیگر با شرایط یکسان انجام داده شد. پیشرفت واکنش توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در جدول ۳-۸ و شکل ۳-۲۰ نشان داده شده است.

## ۲-۵-۷- اپوکسایش دیگر آلکن ها با کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo

در یک بالن ته گرد ۱۰ میلی لیتری، ۰/۵ میلی مول از ۶ آلکن مختلف (۱-اکتن، ۱-هگزن، سیکلوهگزن،  $\alpha$ -پینن، استایرن و  $\alpha$ -متیل استایرن) با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo، ۰/۴ میلی لیتر ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید و ۲ میلی لیتر حلال ۲ و ۱ دی کلرواتان مخلوط شد. مخلوط واکنش ها در دمای ۸۰°C در زمان های مختلف در شرایط رفلاکس قرار گرفتند و نتایج واکنش ها با دستگاه کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در جدول ۳-۹ نشان داده شده است.

## ۲-۶-آماده سازی محیط کشت باکتری

جهت آماده سازی ۱ لیتر محیط کشت، مقدار ۲۸ گرم از ماده مغذی نوترینت آگار<sup>۱</sup> مورد نیاز است. در این پژوهش ۳ غلظت مختلف از نانو فیبر، PANI بر روی دو نوع متفاوت از باکتری ها مورد بررسی قرار گرفت که برای هر کدام از غلظت ها ۳ مرتبه تکرار وجود داشت. بنابراین، برای تهیه ۱۵ میلی لیتر از محلول شاهد (در هر پلیت ۱۵ میلی لیتر محیط کشت ریخته می شود)، مقدار ۰/۴۲ گرم از ماده NA وزن گردید و به صورت سوسپانسیون در آورده شد. ارلن ها به مدت ۱ ساعت جهت استریل شدن درون دستگاه اتوکلاو در دمای ۱۲۱°C و فشار ۱ atm قرار گرفتند. سپس در هر پلیت مقدار ۱۵ میلی لیتر از محیط کشت های آماده شده در کنار شعله و زیر هود استریل شده ریخته شد. جهت آماده سازی سوسپانسیون نانو ذرات نیز مقادیر ۰/۰۰۱۵، ۰/۰۰۴۵ و ۰/۰۱۳۵ گرم از ترکیب های PANI، PANI/AHS/Mo، PANI/AHS/Ag و AgNO<sub>3</sub> وزن گردید و در ۳ ارلن به صورت جداگانه ریخته شد. مقدار ۰/۴۲ گرم محیط کشت NA نیز به هر کدام از ارلن ها اضافه گردید و ۱۵ میلی لیتر آب مقطر داخل آن ریخته شد. در آزمایشی دیگر کلیه این مراحل با ترکیبات PANI/AHS، PANI/AHS/Mo، PANI/AHS/Ag و AgNO<sub>3</sub> نیز مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲-۶-۱-آماده سازی سوسپانسیون باکتری

ابتدا برای تهیه کشت مورد نیاز، در شرایط استریل از جدایه باکتری گرم منفی سودوموناس سرینگه برداشته و بر روی پتری حاوی آگار مغذی کشت داده شد. سپس جدایه مذکور به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۸ درجه سانتیگراد (درون انکوباتور) گرمخانه گذاری گردید. سپس یکسان سازی جمعیت باکتری ها با استفاده از قرائت جذب نوری سوسپانسیون در طول موج ۶۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر صورت گرفت (OD<sup>۲</sup> معادل ۰/۳ در طول موج ۶۰۰ نانومتر). برای شمارش کلنی جدایه

<sup>1</sup> Nutriant Agar

<sup>2</sup> Optical Densty



مذکور (در سایر آزمایشات) از سری رقت<sup>۱</sup> استفاده شد و در رقت  $10^{-6}$  معادل  $3/5 \times 10^8$  cfu/ml سلول بدست آمد.

برای تهیه کشت مورد نیاز، در شرایط استریل از جدایه باکتری گرم مثبت باسیلوس برادشته و بر روی پتری حاوی آگار مغذی کشت داده شد. سپس جدایه مذکور به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۸ درجه سانتیگراد (درون انکوباتور) گرمخانه گذاری گردید. سپس یکسان سازی جمعیت باکتری‌ها با استفاده از قرائت جذب نوری سوسپانسیون در طول موج ۶۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر صورت گرفت (OD) معادل ۰/۳ در طول موج ۶۰۰ نانومتر). به منظور شمارش کلنی جدایه مذکور (در سایر آزمایشات) از سری رقت استفاده شد و در رقت  $10^{-5}$  معادل  $3/8 \times 10^6$  cfu/ml سلول بدست آمد.

## ۲-۶-۲- آماده سازی محیط کشت قارچ

برای تهیه ۱ لیتر محیط کشت مقدار ۳۹ گرم از ماده مغذی PDA<sup>۳</sup> مورد نیاز است. ۳ غلظت مختلف از نانو فیبر PANI که هر کدام ۳ بار تکرار شده بودند مورد بررسی قرار گرفتند. بنابراین، جهت آماده سازی ۲۰ میلی لیتر محلول شاهد (در هر پلیت ۲۰ میلی لیتر محیط کشت ریخته شد)، مقدار ۰/۷۸ گرم از ماده PDA وزن گردید و درون ارلن ۲۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته شد. ارلن‌ها به مدت ۱ ساعت جهت استریل شدن در دمای ۱۲۱°C و فشار ۱ atm درون دستگاه اتوکلاو قرار گرفتند. سپس در هر پلیت مقدار ۲۰ میلی لیتر از محیط کشت های آماده شده زیر هود استریل و کنار شعله ریخته شد. برای ترکیبات PANI/AHS/Mo، PANI/AHS/Ag و AgNO<sub>3</sub> نیز مانند PANI، محیط کشت آماده می شود.

<sup>1</sup> Serial dilution

<sup>2</sup> Colony Forming Unit

<sup>3</sup> Potato Dextrose Agar

جهت تهیه سوسپانسیون نانو ذرات نیز مقادیر ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۶ و ۰/۰۱۸ گرم از نانو فیبر PANI به همراه ۰/۸ گرم PDA و ۲۰ میلی لیتر آب مقطر داخل ۳ ارلن به صورت جداگانه ریخته شد.

## ۲-۷- بررسی فعالیت ضد میکروبی

### ۲-۷-۱- بررسی فعالیت ضد باکتری PANI

چهار غلظت مختلف از نانو فیبر PANI برای بررسی فعالیت ضد باکتری در نظر گرفته شد. برای هر کدام از این چهار غلظت ۳ تکرار در نظر گرفته شده بود. این غلظت ها شامل: ۰، ۰/۰۰۱۵، ۰/۰۰۴۵ و ۰/۰۱۳۵ گرم بر میلی لیتر بود. از سوسپانسیون باکتری باسیلوس (رقت  $10^{-5}$ ) و سوسپانسیون باکتری سودوموناس سرینگه (رقت  $10^{-6}$ ) تهیه شده، مقدار ۱ میلی لیتر برداشته و به پلیت های حاوی غلظت های معین از نانو فیبر پلی آنیلین و پلیت های کنترل که فاقد نانو فیبر پلی آنیلین بودند، انتقال داده شدند و به صورت یکنواخت بوسیله یک اپلیکاتور شیشه ای استریل در سطح محیط پخش شدند. سپس محیط های تلقیح شده در  $28^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۷ و ۳۴ ساعت (دلیل انتخاب این ساعت ها شمارش و تعداد کلونی ها بود که کمتر از ۱۷ ساعت کلونی ها رشد چندانی نکرده و بعد از ۳۴ ساعت کلونی ها رشد زیادی داشتند) گرمخانه گذاری شدند و تعداد کلونی های رشد کرده بر روی سطح هر پلیت شمارش شدند. نتایج در جداول ۱ تا ۵ پیوست، و شکل های ۳-۲۳ تا ۳-۲۶ آورده شده است. بر اساس داده های به دست آمده غلظت ۹۰۰ میکرو گرم بر میلی لیتر بیشترین میزان کنترل را بر رشد باکتری باسیلوس داشته است، در مورد باکتری سودوموناس سرینگه در آزمایشی دیگر نیز همین مراحل با PANI انجام گرفت.

## ۲-۷-۲- بررسی فعالیت ضد باکتری PANI/AHS

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی نانو فیبر PANI/AHS نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۶ تا ۱۰ پیوست، و شکل های ۳-۲۸ تا ۳-۳۱ آورده شده است.

## ۳-۷-۲- بررسی فعالیت ضد باکتری PANI/AHS/Mo

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۱۱ تا ۱۵ پیوست، و شکل های ۳-۳۳ تا ۳-۳۶ آورده شده است.

## ۴-۷-۲- بررسی فعالیت ضد باکتری PANI/AHS/Ag

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی نانو ذره PANI/AHS/Ag نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۱۶ تا ۲۰ پیوست، و شکل های ۳-۳۸ تا ۳-۴۱ آورده شده است.

## ۵-۷-۲- بررسی فعالیت ضد باکتری AgNO<sub>3</sub>

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی AgNO<sub>3</sub> نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۲۱ تا ۲۵ پیوست، و شکل های ۳-۴۳ تا ۳-۴۶ آورده شده است.

## ۶-۷-۲- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI

چهار غلظت مختلف از نانو فیبر PANI برای بررسی فعالیت ضد قارچی در نظر گرفته شد. برای هر کدام از این چهار غلظت ۳ تکرار در نظر گرفته شده بود. این غلظت ها شامل: ۰، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۶ و ۰/۰۱۸ گرم بود. دایره ای کوچک به قطر ۰/۵ سانتی متر از قارچ های مورد بررسی جدا کرده و به طور دقیق وسط هر پلیت حاوی محیط کشت قرار می دهیم. و میزان رشد قارچ ها پس از ۲، ۴ و ۶ روز بررسی شدند. نتایج در جداول ۲۶ تا ۳۰ پیوست، و شکل های ۳-۴۸ تا ۳-۵۱ نشان داده شده است. بر اساس داده های به دست آمده هنگامی که غلظت نانو فیبر پلی آنیلین بیشتر از ۳۰۰ میکرو گرم بر میلی لیتر

باشد، میزان رشد قارچ کاهش می یابد و هنگامی که غلظت کمتر از ۱۰۰ میکرو گرم بر میلی لیتر باشد، نانو فیبر پلی آنیلین اثر مهار کنندگی بر رشد قارچ را نشان نمی دهند.

### **۷-۷-۲- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS**

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی نانو فیبر PANI/AHS نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۳۱ تا ۳۵ پیوست، و شکل های ۳-۵۳ تا ۳-۵۶ آورده شده است.

### **۸-۷-۲- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS/Mo**

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۳۶ تا ۴۰ پیوست، و شکل های ۳-۵۸ تا ۳-۶۱ آورده شده است.

### **۹-۷-۲- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS/Ag**

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی نانو ذره PANI/AHS/Ag نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۴۱ تا ۴۵ پیوست، و شکل های ۳-۶۳ تا ۳-۶۶ آورده شده است.

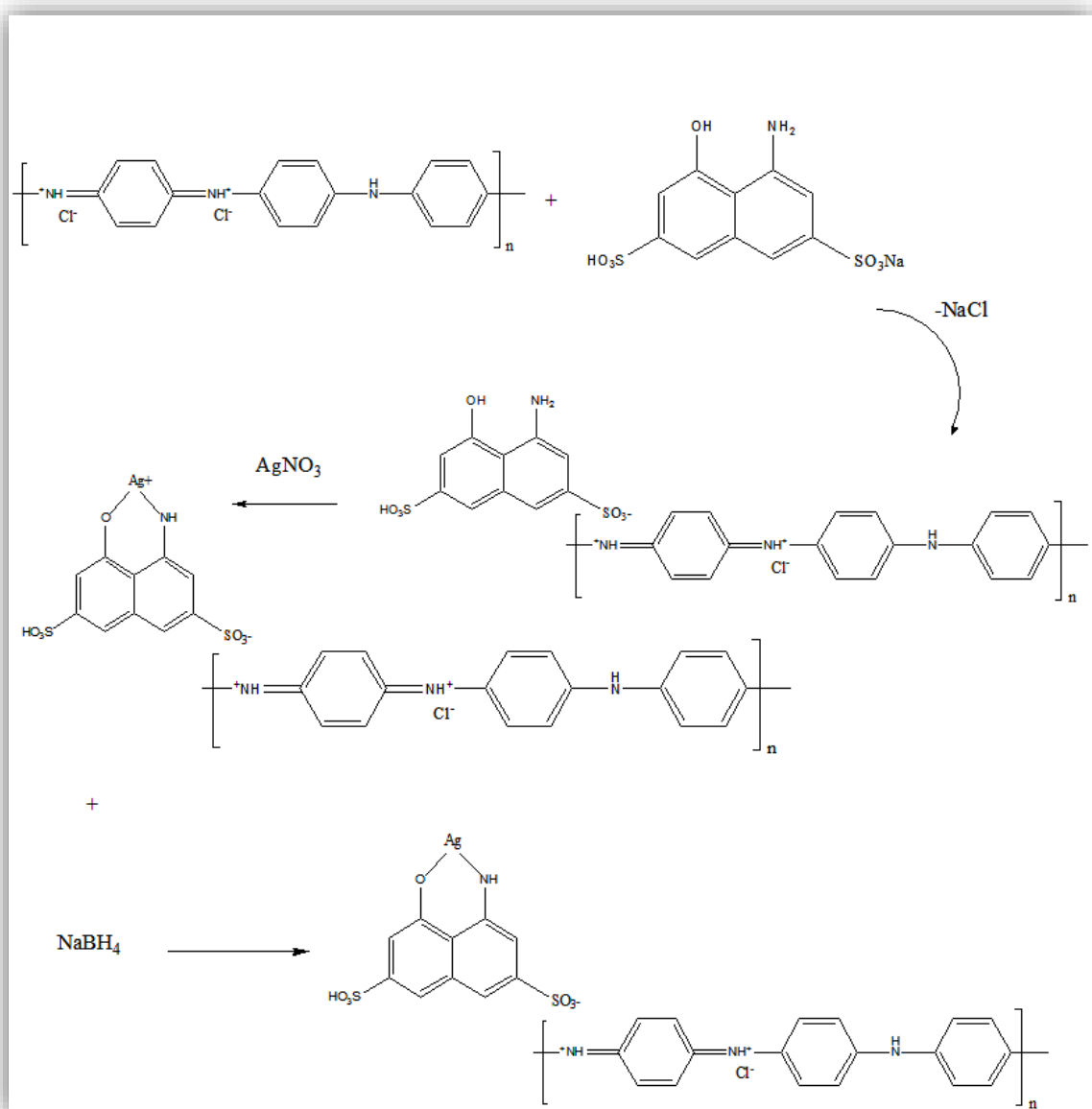
### **۱۰-۷-۲- بررسی فعالیت ضد قارچی AgNO<sub>3</sub>**

تمامی مراحل انجام شده بر روی نانو فیبر PANI بر روی ذرات AgNO<sub>3</sub> نیز انجام گرفت. نتایج در جداول ۴۶ تا ۵۰ پیوست، و شکل های ۳-۶۸ تا ۳-۷۱ آورده شده است.

# بحث و نتیجه گیری

### ۳- اهمیت و هدف از انجام این پژوهش

در این تحقیق، از نانو فیبر پلی آنیلین به عنوان نگه‌دارنده، استفاده شد که از ویژگی‌هایی مانند ارزانی مومومر، مساحت سطح بالا و رسانایی الکتریکی بالا برخوردار است. نانو ذرات فلزی مانند نقره می‌توانند بر روی سطح این پلیمر تثبیت شده و فعالیت ضد میکروبی آن مورد بررسی قرار گیرند. در این پژوهش نیز در بحث بررسی خاصیت ضد میکروبی از کامپوزیت پلیمر متشکل از نانو ذرات نقره (PANI/AHS/Ag) استفاده شد. مراحل سنتز در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۱-۳ آمده است ابتدا لیگاند AHS به عنوان یک گروه عاملی، از طریق جاذبه الکترواستاتیک تثبیت می‌گردد. سپس با اضافه شدن نیترات نقره، یون‌های فلزی  $Ag^+$  به گروه‌های عاملی، کئوردینه می‌گردد و در نهایت با کاهش این یون‌ها بوسیله سدیم بور هیدرید (به عنوان عامل کاهنده) نانو ذرات نقره بر روی بستر تثبیت می‌گردد.



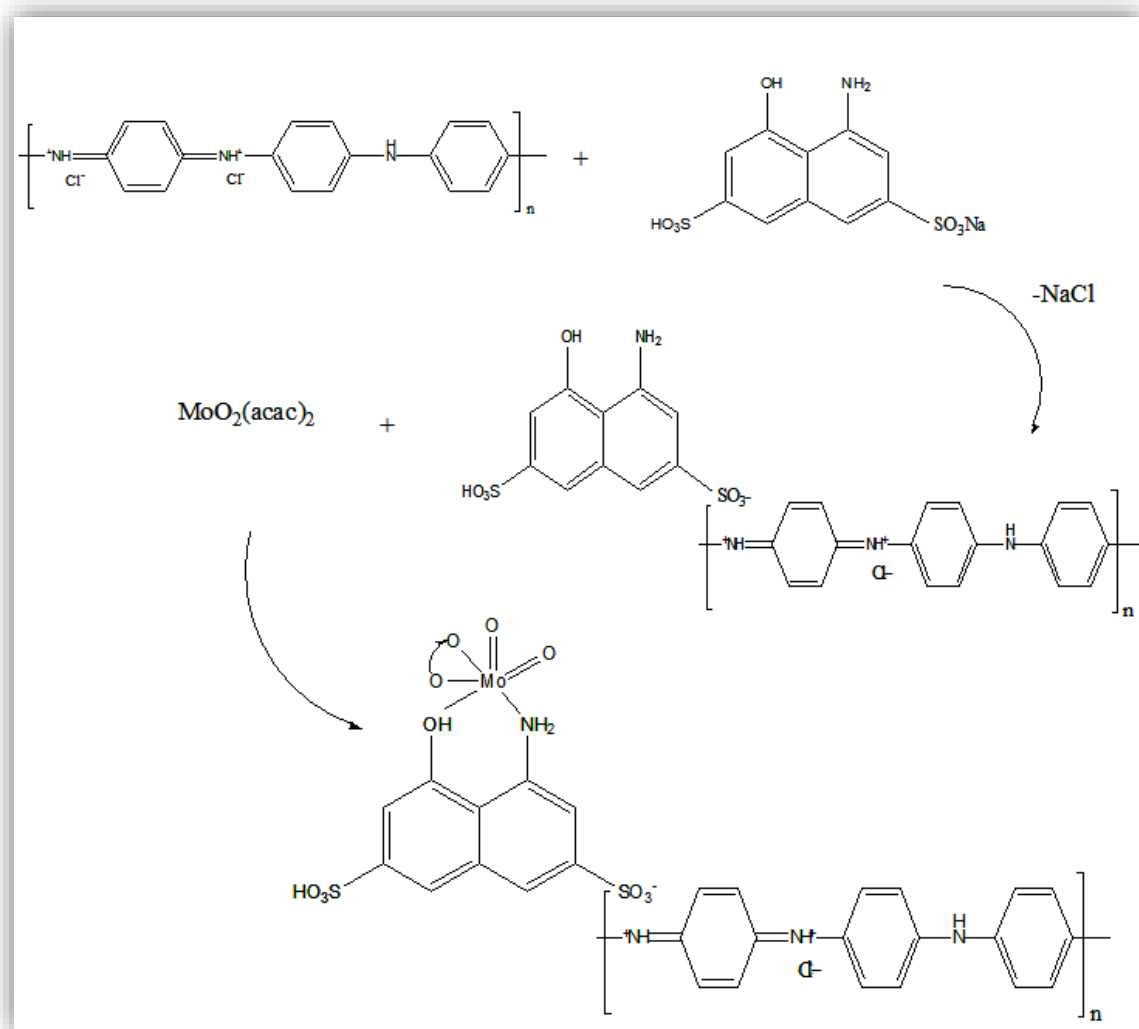
شکل ۳-۱: شمای کلی از مراحل سنتز نانو کامپوزیت نقره (PANI/AHS/Ag)

اپوکسایش آلکن‌ها به اپوکسیدهای مربوطه یکی از موضوعات مهم در تهیه مواد شیمیایی گوناگون و از مهمترین واکنش‌های مطالعه شده می باشد. کاتالیز کردن این واکنش‌ها به وسیله کمپلکس‌های فلزی در چند دهه اخیر بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است. از جمله این کمپلکس‌ها که به طور موفقیت‌آمیز در اپوکسایش آلکن‌ها بکار می روند، شامل ترکیبات حاوی فلزات  $\text{V(IV)}$ ،  $\text{Ti(IV)}$ ،  $\text{W(IV)}$ ،  $\text{Mo(IV)}$  و  $\text{Mn(III)}$  می باشد. در این میان کمپلکس‌های مولیبدن موثرترین کاتالیزورها برای اپوکسایش انتخابی آلکن‌ها می باشند. از طرفی مشکلات جداسازی و استفاده مجدد از کاتالیزور، و

همچنین خالص‌سازی فرآورده‌های واکنش در مورد کاتالیزورهای همگن موجب گشته تا کمپلکس فلزات واسطه بر روی سطح مواد جامد تثبیت شوند [۶۲].

یکی از روش‌های بهبود کارایی ترکیبات کاتالیزوری، تثبیت کردن آن‌ها بر روی بسترهایی است که با افزایش سطح کاتالیزور سبب افزایش سرعت و همچنین بهبود پیشرفت فرآیندهای کاتالیزوری گردد؛ بعلاوه با استفاده از بسترهای ناهمگن ( نظیر بسترهای پلیمری )، می‌توان عملیات جداسازی کاتالیزور از محیط واکنش، جهت حذف ناخالصی‌ها و همچنین بازیابی آن را آسان‌تر و کم‌هزینه‌تر انجام داد. در پژوهش حاضر با تثبیت کمپلکس  $\text{MoO}_2(\text{acac})_2$  بر روی نانو فیبر پلی‌انیلین عامل‌دار شده، خاصیت کاتالیزوری آن و همچنین شرایط بهینه واکنش اپوکسایش برخی از آلکن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مراحل سنتز PANI/AHS/Mo در بخش‌های ۲-۴-۲ و ۳-۴-۲ مفصل و در شکل ۲-۳ مختصراً آمده است.





شکل ۲-۳: شمای کلی از مراحل سنتز نانو کامپوزیت مولیبدن (PANI/AHS/Mo)

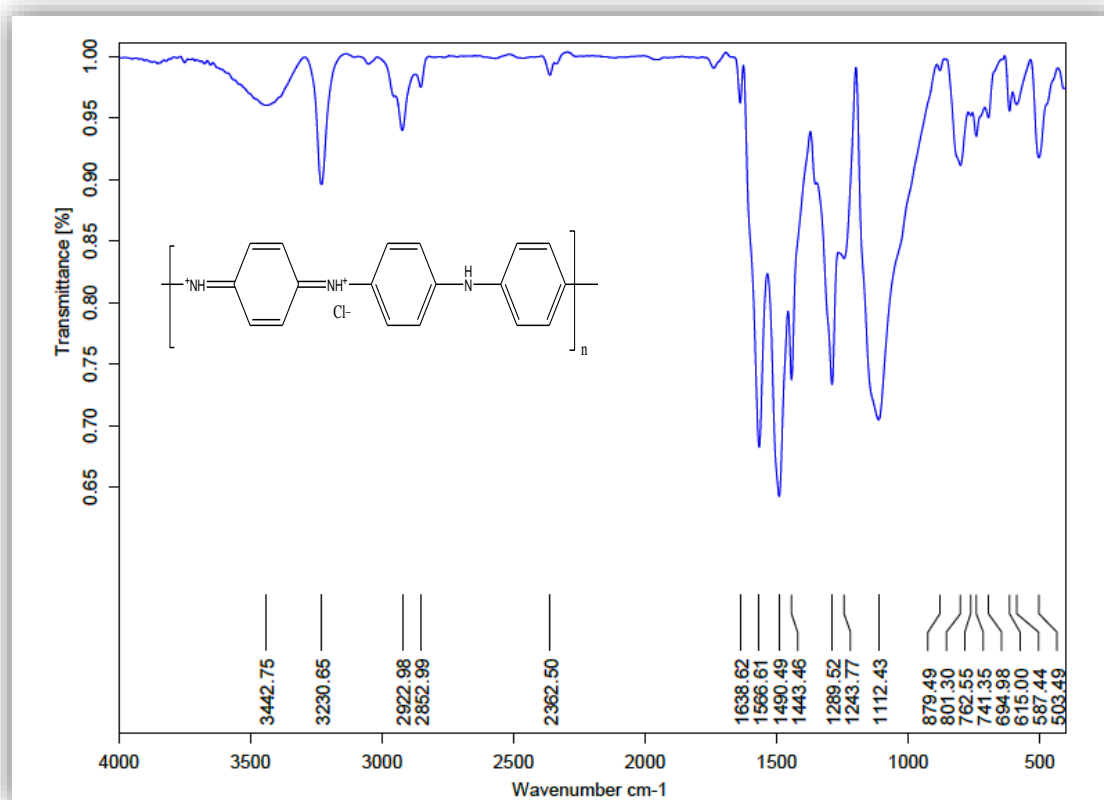
### ۳-۱- بررسی مراحل سنتز ترکیبات و شواهد پیشرفت در هر مرحله

در بررسی مراحل سنتز کاتالیزور برای اطمینان از موفقیت آمیز بودن هر مرحله، از آنالیزهای دستگاهی استفاده شد. از طیف سنجی ارتعاشی FT-IR جهت اطمینان از تشکیل پیوندهای مورد نظر، از الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) جهت اطمینان از حضور فلزات مولیبدن و نقره، نحوه ورود آن به درون ساختار بستر و همچنین محاسبه اندازه ذرات، از تصاویر FE-SEM برای آگاهی از چگونگی مورفولوژی سطح، نحوه پراکندگی ذرات بر روی سطح بستر و تعیین اندازه ذرات، از آنالیز ICP به منظور برآورد درصد فلز

مولیدن موجود در ترکیبات، و از آنالیز حرارتی TG/DTG جهت بررسی پایداری حرارتی ترکیبات استفاده شد.

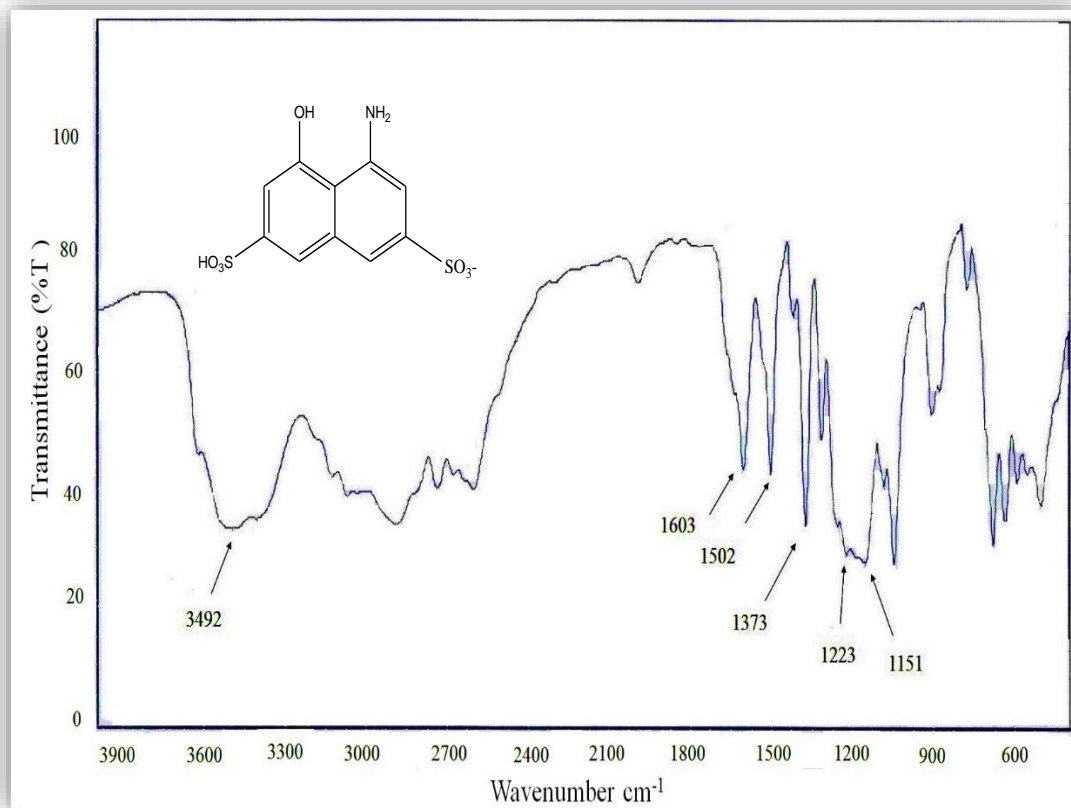
### ۳-۱-۱- طیف سنجی ارتعاشی (FT-IR)

طیف FT-IR پلی آنیلین در شکل ۳-۳ نشان داده شده است. آن پلیمر دارای پنج نوار شاخص می باشد که در ناحیه های  $3230\text{ cm}^{-1}$ ،  $1566\text{ cm}^{-1}$ ،  $1490\text{ cm}^{-1}$ ،  $1243\text{ cm}^{-1}$  و  $801\text{ cm}^{-1}$  دیده می شوند. نوار در ناحیه  $3230\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش کششی پیوند N-H، نوار اصلی در  $1566\text{ cm}^{-1}$  مربوط به پیوند C=N و  $1490\text{ cm}^{-1}$  مربوط به حرکات ارتعاشی C=C کینوئین و حلقه بنزن است. پیک در  $1243\text{ cm}^{-1}$  و  $801\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش کششی C-N می باشد و نوار در ناحیه  $801\text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاش خمشی C-H خارج از حلقه است [۶۳].



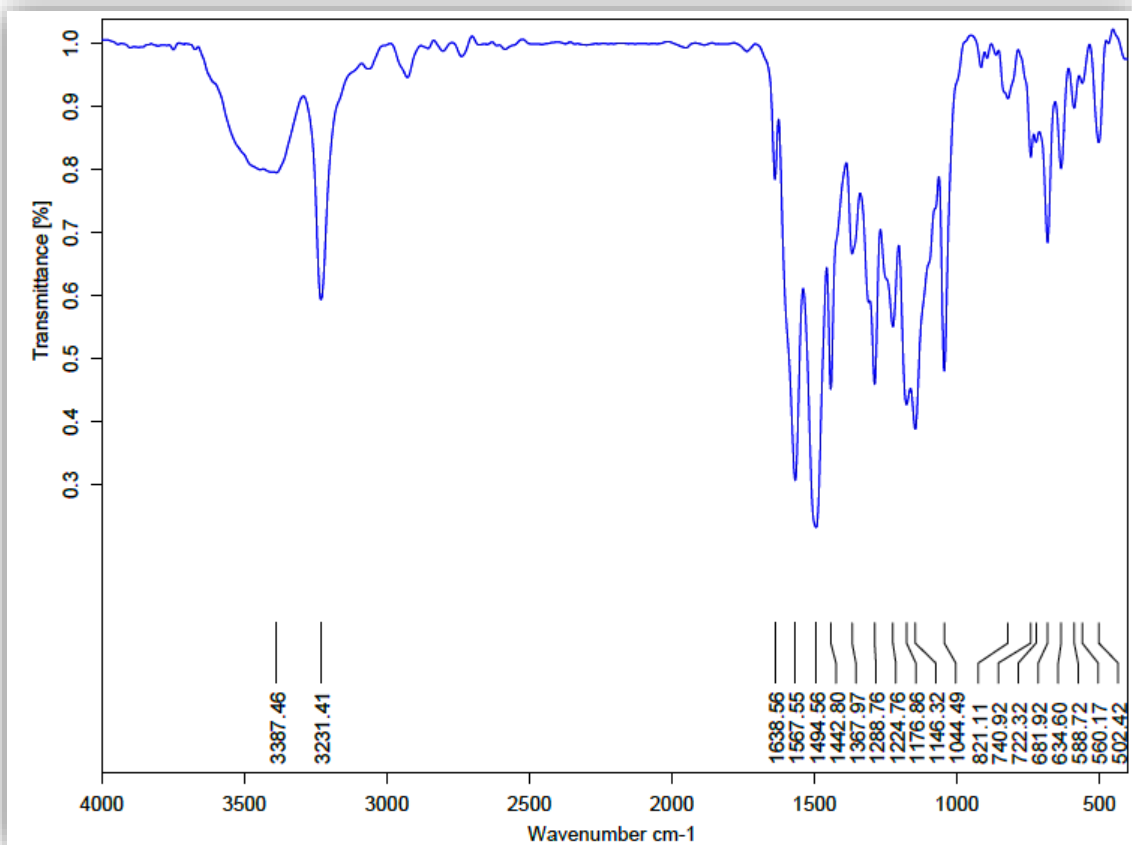
شکل ۳-۳: طیف FT-IR پلی آنیلین (PANI)

طیف FT-IR لیگاند، شکل ۳-۴ در ناحیه  $3400\text{cm}^{-1}$  که مربوط به ارتعاش کششی گروه OH نوارهای در ناحیه  $1600$  و  $1500\text{cm}^{-1}$  را می توان به ارتعاش کششی پیوند دوگانه C=C حلقه آروماتیک نسبت داد. همچنین نوارهای در ناحیه های  $1223\text{cm}^{-1}$  مربوط به پیوند C-O فنلی و  $1151\text{cm}^{-1}$  و  $1373\text{cm}^{-1}$  پیوند S=O مربوط به لیگاند را نشان می دهد



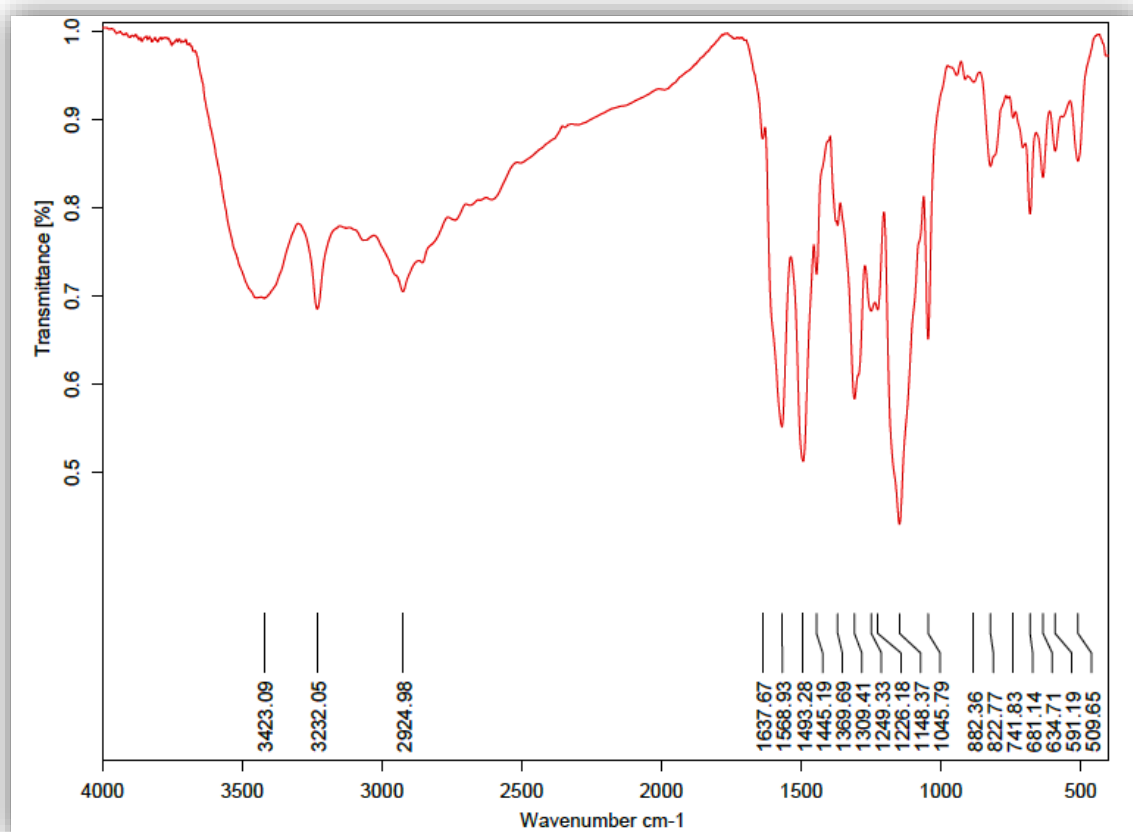
شکل ۳-۴ : طیف FT-IR لیگاند (AHS)

مقایسه طیف های FT-IR بستر پلی آنیلین شکل ۳-۳ و لیگاند شکل ۳-۴ با پلی آنیلین عامل دار شده با لیگاند شکل ۳-۵ ظهور نوارهای جدید در ناحیه  $3387\text{cm}^{-1}$  که مربوط به ارتعاش کششی گروه OH به صورت یک نوار پهن و ضعیف است. نوارهای جدید در ناحیه های  $1224\text{cm}^{-1}$  مربوط به پیوند C-O فنلی و ناحیه های  $1176\text{cm}^{-1}$  و  $1367\text{cm}^{-1}$  پیوند S=O مربوط به لیگاند AHS را نشان می دهد. که تایید کننده تثبیت لیگاند بر روی پلیمر است.



شکل ۳-۵: طیف FT-IR پلی آنیلین عامل دار شده (PANI/AHS)

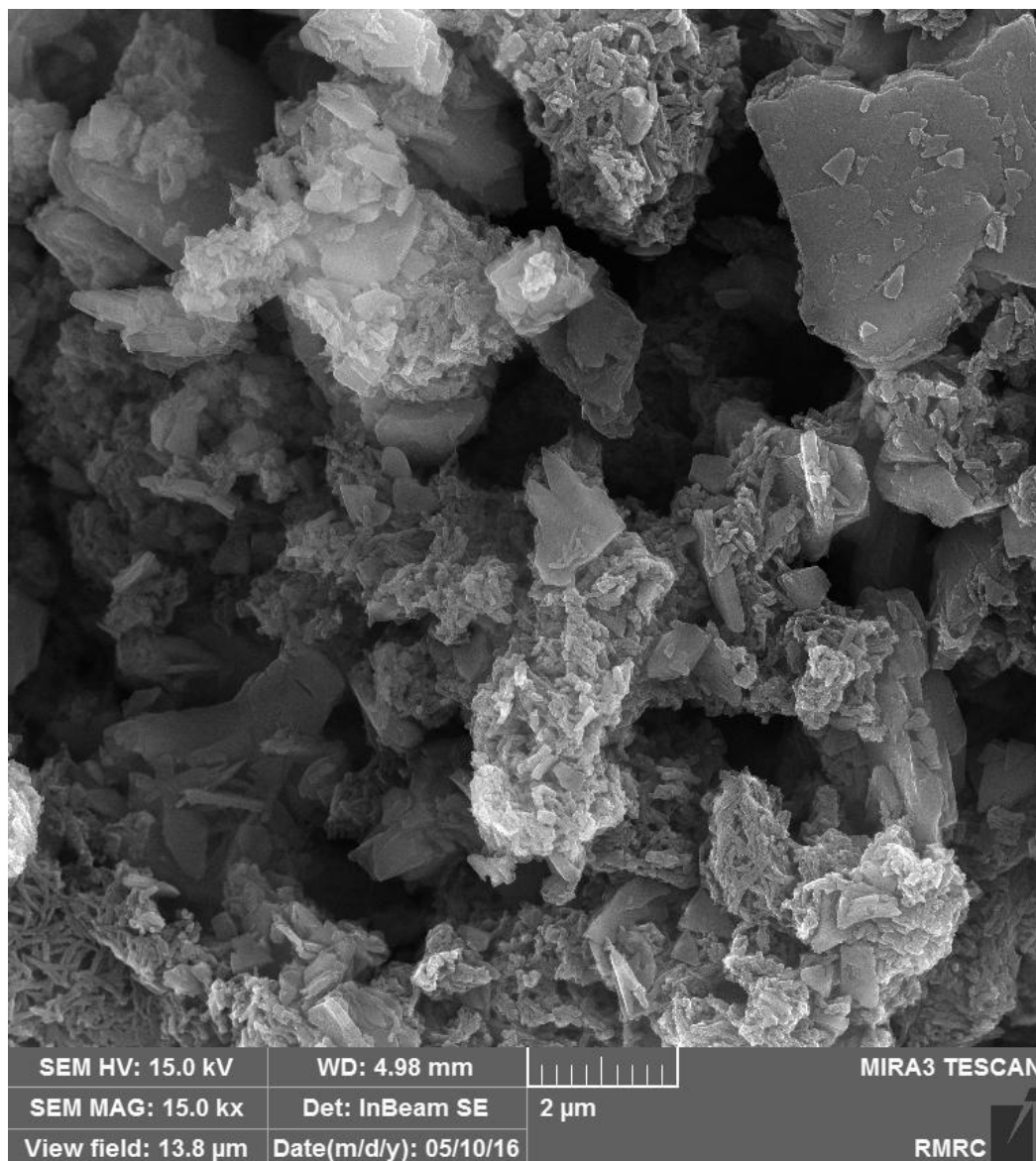
شکل ۳-۶ نیز طیف FT-IR بستر پلی آنیلین عامل دار شده با AHS را نشان می دهد که ظاهر شدن دو نوار جدید در ناحیه های  $950\text{ cm}^{-1}$  و  $882\text{ cm}^{-1}$  می تواند مربوط به ارتعاش کششی متقارن پیوند مولیبدن-اکسو باشد که آن نیز تأیید کننده قرار گرفتن کمپلکس مولیبدن بر روی بستر است.



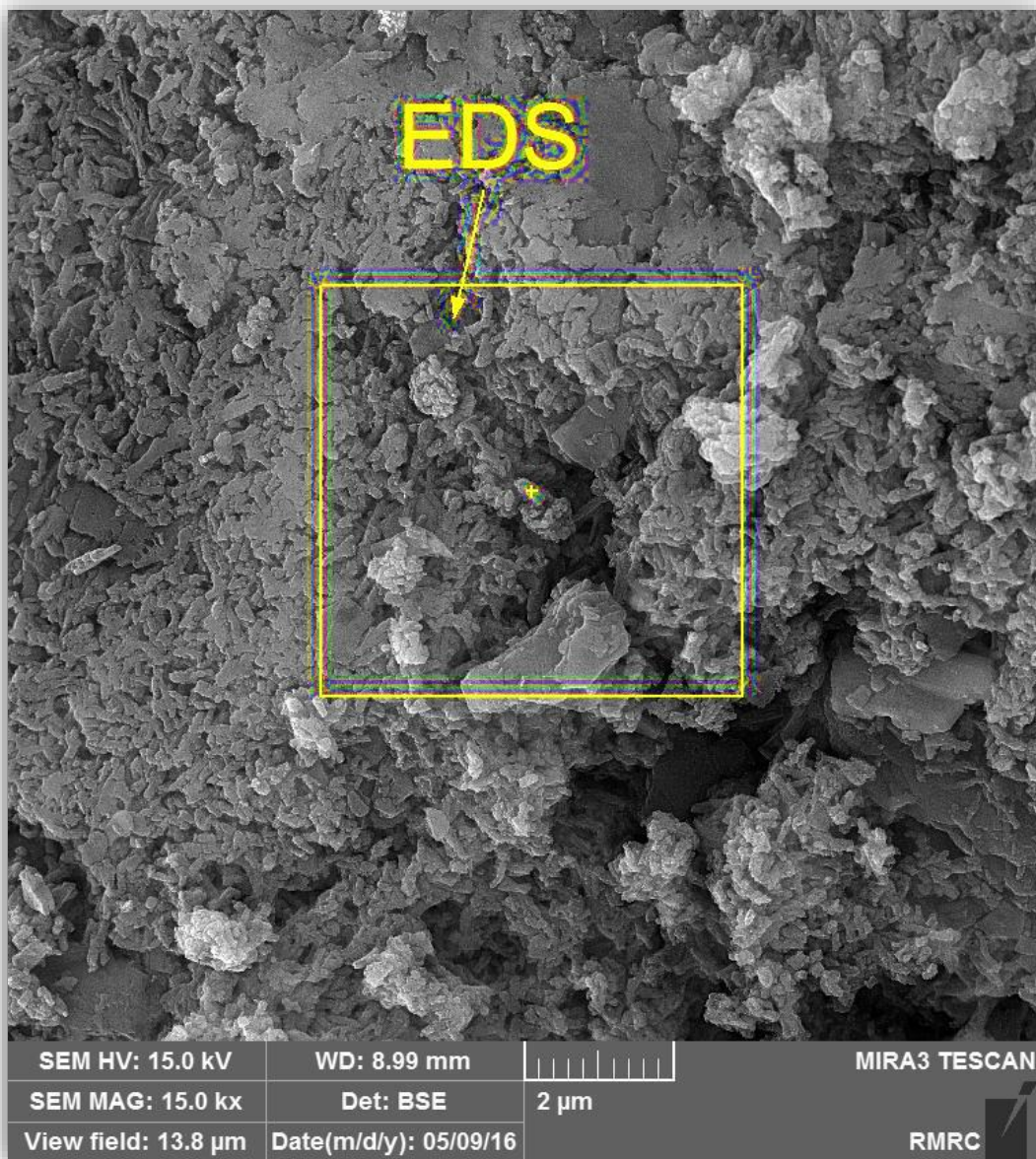
شکل ۳-۶: طیف FT-IR مولیبدن/ پلی آنیلین عامل دار شده (PANI/AHS/Mo)

### ۳-۱-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی (FE-SEM, EDX)

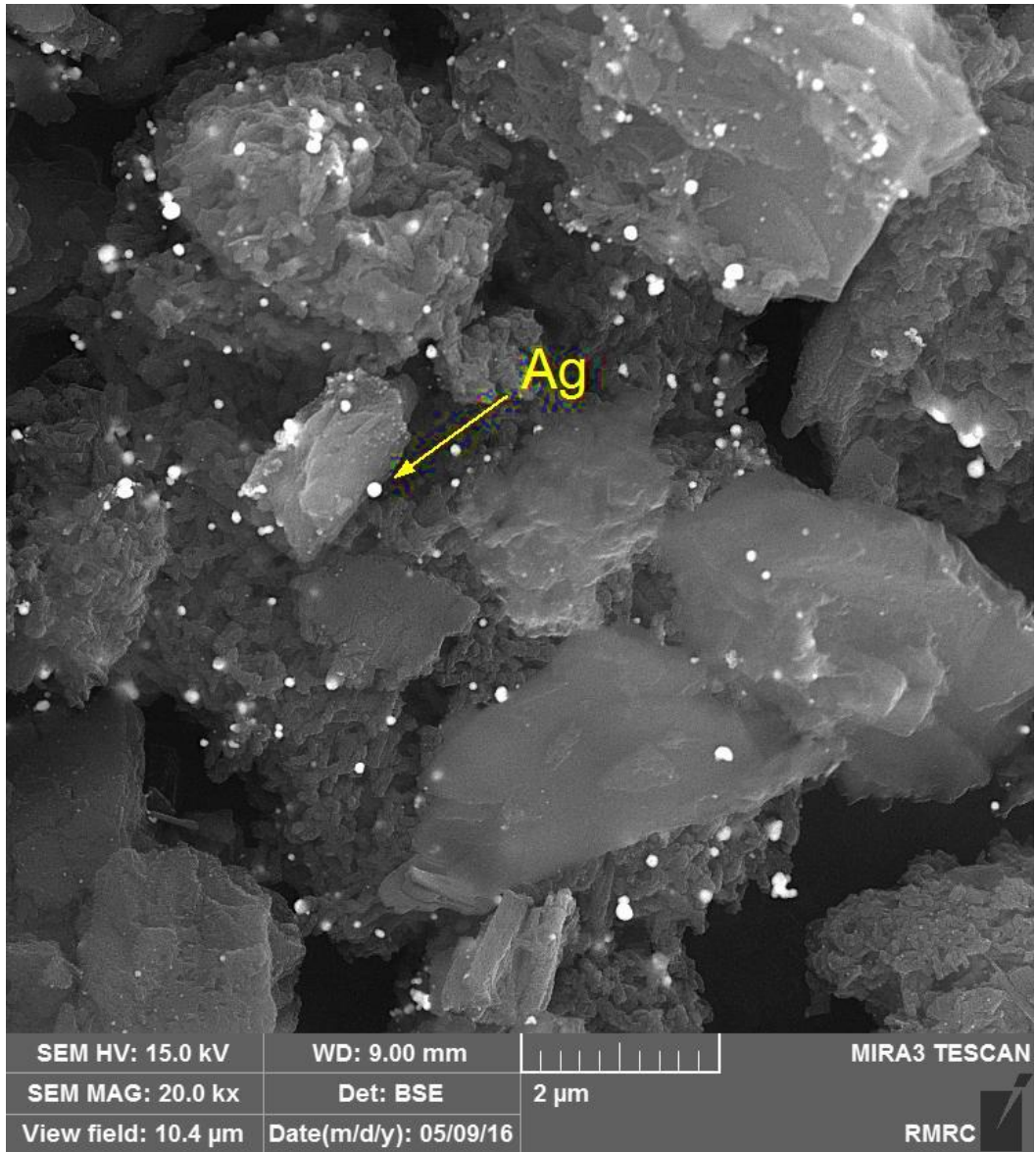
تصاویر FE-SEM همراه با آنالیز EDX نانو ذرات PANI، PANI/AHS/Ag و PANI/AHS/Mo در شکل‌های ۳-۷ تا ۳-۱۱ نشان داده شده است. همان طور که در شکل ۳-۷ مشاهده می‌شود، نانو الیاف پلی آنیلین در حدود ۶۰-۵۵ نانومتر دارند. شکل ۳-۸ تصویر EDS مربوط به مولیبدن بر روی پلی آنیلین عامل دار شده بر روی آنالیز FE-SEM را نشان می‌دهد شکل ۳-۹ نحوه پراکندگی ذرات نقره بر روی سطح PANI/AHS را نشان می‌دهد که تقریباً منظم و به صورت دانه‌های کروی می‌باشد و اندازه ذرات آن در حدود ذرات در ۵۵-۵۰ نانومتر مشخص شده است. در آنالیز EDX شکل ۳-۱۰ و ۳-۱۱ نیز عناصر موجود در نمونه‌ها مشخص شده است. حضور عناصر Ag و Mo به خوبی نشان داده شده است.



شکل ۳-۷: تصویر FE-SEM پلی آنیلین (PANI)

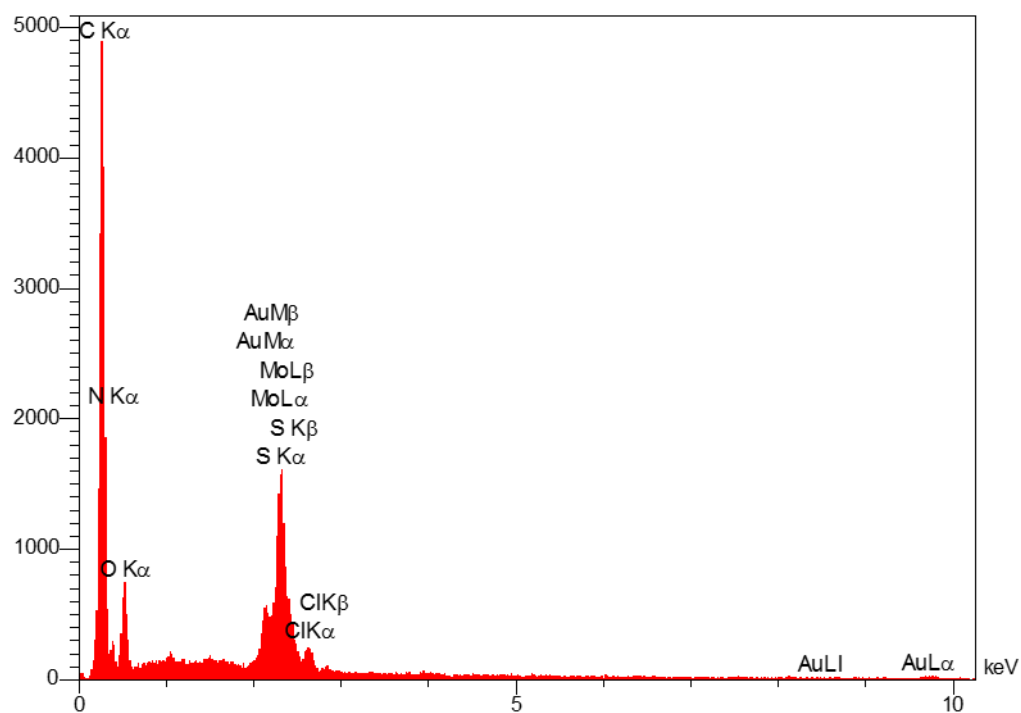


شکل ۳-۸: تصویر FE-SEM مولیبدن/ پلی آنیلین عامل دار شده ( PANI/AHS/Mo )

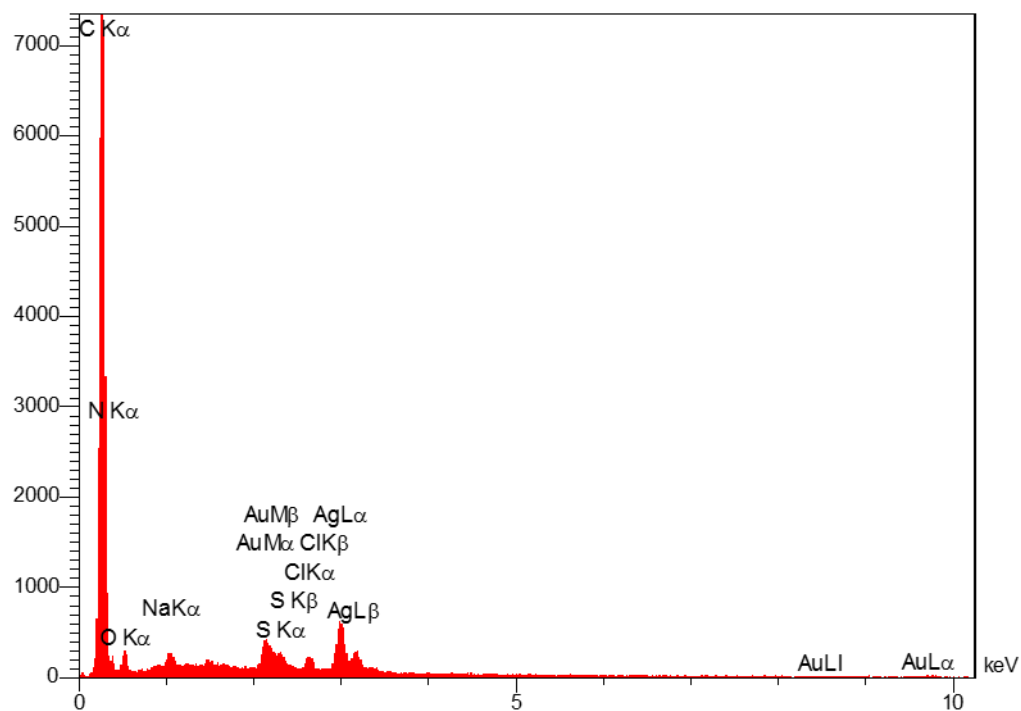


شکل ۳-۹ : تصویر FE-SEM : نقره/ پلی آنیلین عامل دار شده (PANI/AHS/Ag)





شکل ۳-۱۰: آنالیز تصویر EDX مولیبدن/ پلی آنیلین عامل دار شده (PANI/AHS/Mo)



شکل ۳-۱۱: آنالیز تصویر EDX نقره/ پلی آنیلین عامل دار شده (PANI/AHS/Ag)

### ۳-۱-۳- الگوی پراش پرتو ایکس

اندازه ذرات نقره به کمک معادله شرر که در زیر آمده است محاسبه گردید :

$$D = k\lambda / B \cos \theta \quad (1)$$

که در آن  $k$  ثابت شرر (۰/۰۸۹)،  $B$  پهنای پیک در نیمه ارتفاع (FWHM) و  $\theta$  زاویه براگ می باشد. هم چنین با استفاده از معادله براگ فاصله بین صفحات نیز مشخص گردید :

$$d(111) = \lambda / 2 \sin \theta_{(111)} \quad (2)$$

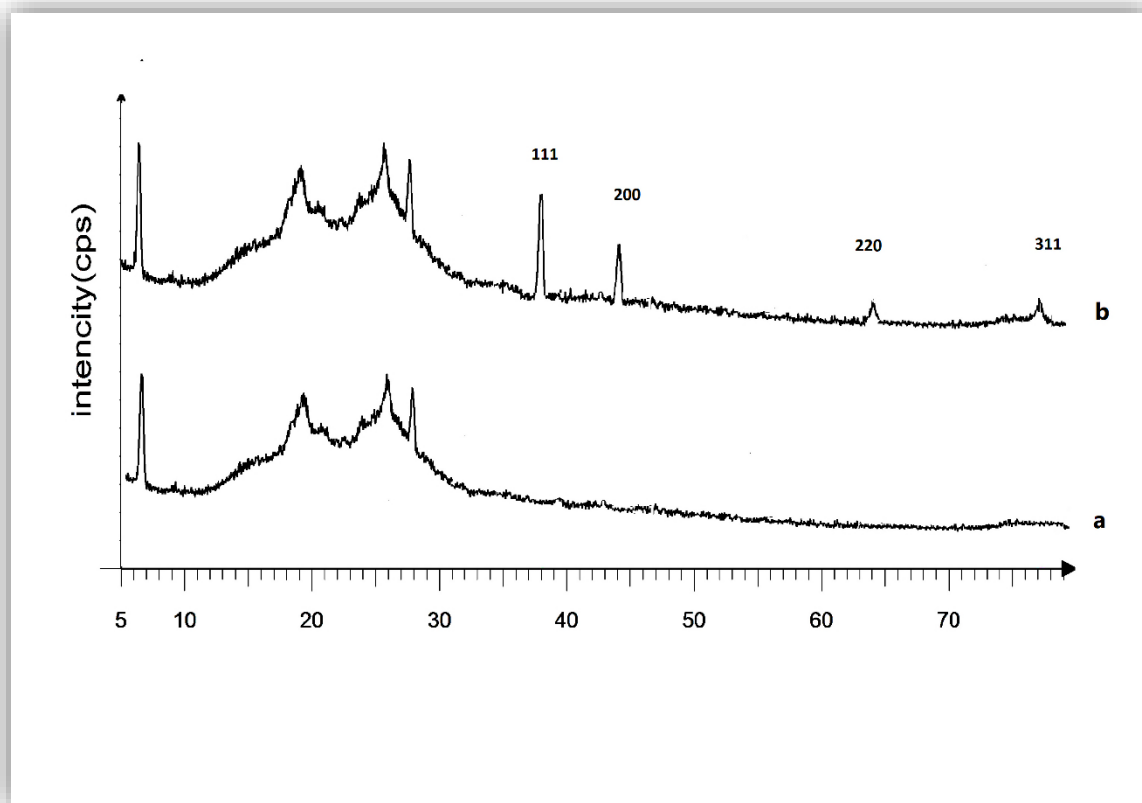
الگوی پراش پرتو ایکس بستر PANI و نانو کامپوزیت PANI/AHS/Ag به ترتیب در شکل ۳-۱۲ آورده شده است. نوارهای مربوط به بستر در نواحی  $20^\circ$  و  $26^\circ$  ( $2\theta$ ) ظاهر شده است که مطابقت خوبی با مرجع [۶۳] دارد. با مشاهده الگوی پراش ایکس، نانو کامپوزیت PANI/AHS/Ag شکل ۳-۱۲ می توان نوارهای جدیدی را که متعلق به صفحات بلوری نقره هستند تشخیص داد [۶۴]. همانطور که مشخص است نوارها به صورت مجزا از نوارهای بستر ظاهر شده اند و این خود اثباتی بر عدم تغییر ساختار بستر و بعلاوه وجود نظم شبکه ای در نانو ذرات نقره تثبیت شده بر روی بستر است.

فاصله بین صفحات، با معادله براگ و بازتاب از صفحه [۱۱۱] مشخص گردید. کلیه این نتایج در جدول ۳-۱ آورده شده است.

Sample	D(nm)	$d_{(111)}$ (nm)
PANI/AHS/Ag	۴۳	۲/۳

جدول ۳-۱ : اندازه متوسط ذرات (D,nm)، فاصله صفحات ( $d_{(111)}$ PANI/AHS/Ag,nm) بدست آمده از XRD

اندازه ذرات PANI/AHS/Ag در آنالیز FE-SEM، ۵۰ نانومتر و در آنالیز XRD، ۴۳ نانومتر می باشد. علت این است که FE-SEM مورفولوژی ذرات ثانویه را نشان می دهد در حالی که XRD، اندازه ذرات اولیه بلورک ها را نشان می دهد.

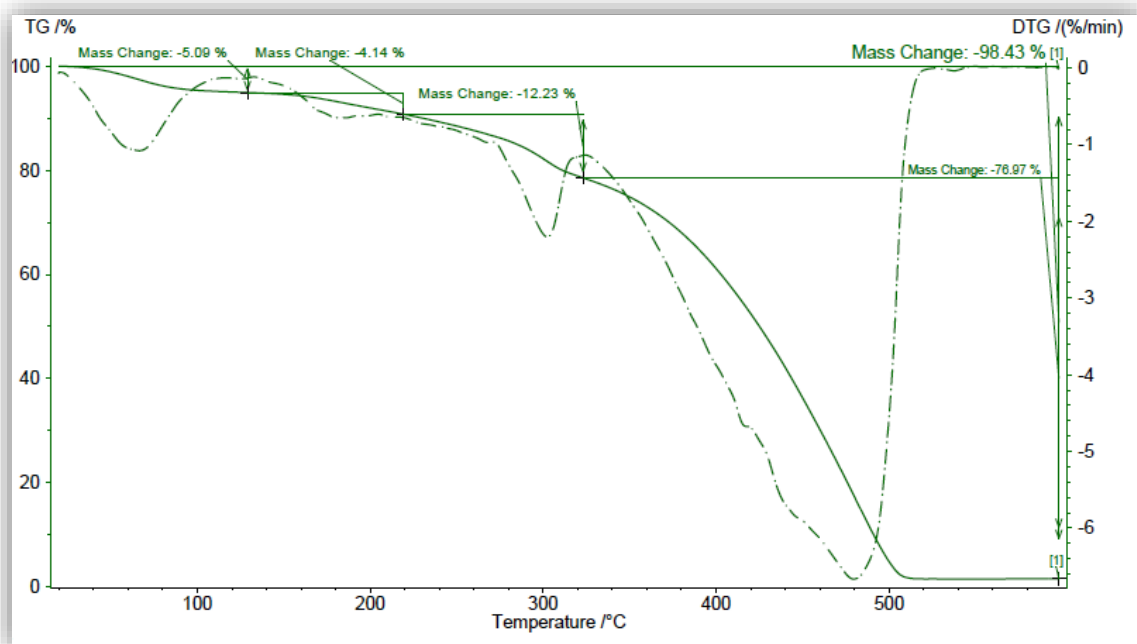


شکل ۳-۱۲: الگوی پراش ایکس (a) بستر پلی آنیلین (PANI) و (b) نقره/ پلی آنیلین عامل دار شده

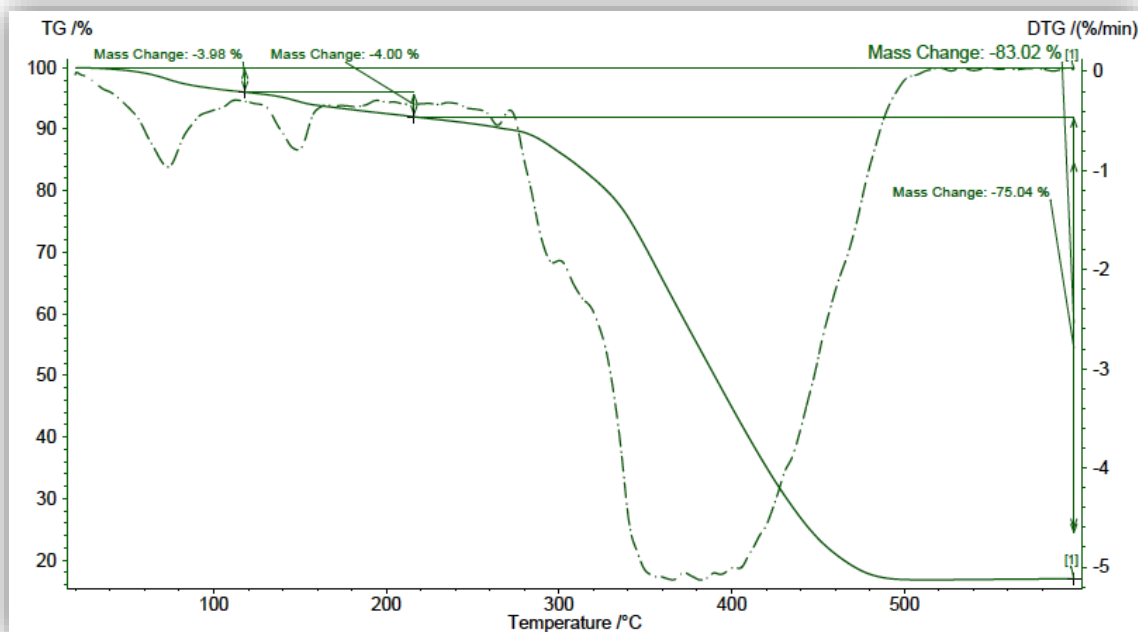
### ۳-۱-۴- آنالیز حرارتی (TG/DTG)

برای بررسی پایداری حرارتی کاتالیزورهای تهیه شده آنالیز حرارتی TG/DTG در اتمسفر هوا و با سرعت ۱۰ درجه سانتی گراد بر دقیقه به کار برده شد که نتایج حاصل از آن در شکل ۳-۱۳ نشان داده شده است. برای هر دو کاتالیزور در حدود ۱۰۰ درجه سانتی گراد یک نوار مشاهده می شود که به از دست دادن آب سطحی نسبت داده می شود، و افت وزن آن برای بستر PANI حدود ۵٪ و برای کاتالیزور

PANI/AHS/Mo حدود ۴٪ می‌باشد. به‌علاوه در ناحیه ۱۴۰ تا ۵۱۰ درجه سانتی‌گراد پنج نوار همراه با افت وزن حدود ۹۴٪ برای بستر PANI و همچنین در ناحیه ۴۲۰-۱۴۰ درجه سانتی‌گراد چهار نوار با افت وزنی حدود ۷۹٪ برای کاتالیزور PANI/AHS/Mo مشاهده می‌شود. که می‌توان آن را به تخریب حرارتی چند مرحله‌ای زنجیر اصلی پلیمر نسبت داد [۶۵]. افت وزنی حدود ۱۷ درصد باقیمانده در کاتالیزور PANI/AHS/Mo نیز مربوط به اکسید مولیبدن می‌باشد.



(a)



(b)

شکل ۳-۱۳: نمودار حرارتی TG/DTG: پلی آنیلین (PANI) و (b) مولیبدن/ پلی آنیلین عامل دار شده (PANI/AHS/Mo)

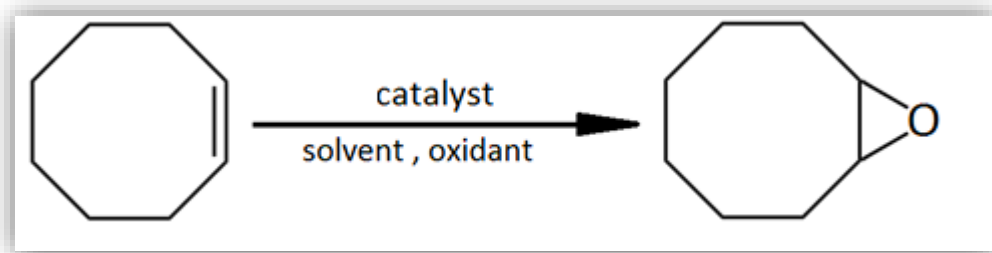
### ۳-۱-۵- آنالیز عنصری ICP

برای تأیید بیشتر تثبیت مولیبدن بر روی بستر پلی آنیلین از نمونه‌ها ICP گرفته شد. میزان مولیبدن موجود در نمونه PANI/AHS/Mo به وسیله تکنیک ICP، ۰/۷۰۸ میلی مول بر گرم تعیین شد، که می‌تواند تأییدی بر وجود کمپلکس  $\text{MoO}_2(\text{acac})_2$  بر روی بستر باشد.

### ۳-۲- بررسی کارایی کاتالیزوری کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در

#### اپوکسایش سیکلواکتن

کارایی کاتالیزوری PANI/AHS/Mo، در واکنش اپوکسایش آلکن‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفت. از سیکلواکتن به عنوان آلکن پایه استفاده شد شکل ۳-۱۴ و اثر پارامترهای مختلف (نوع حلال، نوع اکسنده، مقدار اکسنده، زمان و مقدار کاتالیزور) بررسی و بهینه شد که در ادامه بحث خواهد شد.



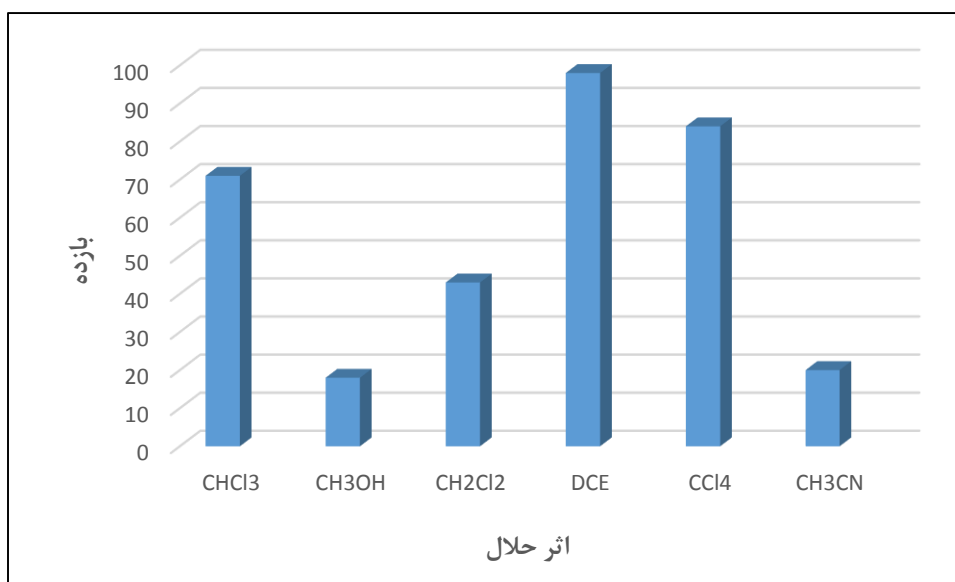
شکل ۳-۱۴ : واکنش اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo

### ۳-۲-۱- بررسی اثر نوع حلال

جهت بررسی اثر نوع حلال در واکنش اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo از حلال های مختلف شامل کلروفرم، ۱ و ۲ دی کلرواتان، دی کلرو متان، متانول، استونیتریل و تتراکلرید کربن مطابق بخش ۲-۵-۱ استفاده شد. داده های این بررسی که در جدول ۳-۲ و شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است، به این معنی است که واکنش های اپوکسایش سیکلواکتن در حلال هایی مانند متانول و استونیتریل بازده بسیار کمی دارد. به این دلیل که در حلال هایی با قدرت کوئوردیناسیون بالا، حلال با کوئوردینه شدن به فلز مرکزی، با واکنشگر رقابت نموده و مانع اتصال واکنشگر به فلز مرکزی می شود و از این رو پیشرفت واکنش کند می شود. اما در حلال های هیدروکربنی کلردار پیشرفت واکنش افزایش می یابد، زیرا این حلال ها توانایی کوئوردینه شدن به فلز مرکزی را ندارند. این در حالیست که، واکنش در حضور حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان حداکثر بازده را داشته است. یکی از دلایل آن نقطه جوش بالای این حلال است، همچنین این حلال از صرفه اقتصادی بالاتری برخوردار است، که این خود از جمله پارامترهای مهم در صنعت است.

جدول ۳-۲: اثر نوع حلال در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال، در حضور ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo و مدت ۲ ساعت.

حلال	% بازده واکنش
کلروفرم ( $\text{CHCl}_3$ )	۷۱
متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )	۱۸
دی کلرو متان ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )	۴۳
۱ و ۲ دی کلرواتان (DCE)	۹۸
تتراکلرید کربن ( $\text{CCl}_4$ )	۸۴
استونیتریل ( $\text{CH}_3\text{CN}$ )	۲۰



شکل ۳-۱۵: بررسی اثر نوع حلال در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo و به مدت ۲ ساعت.

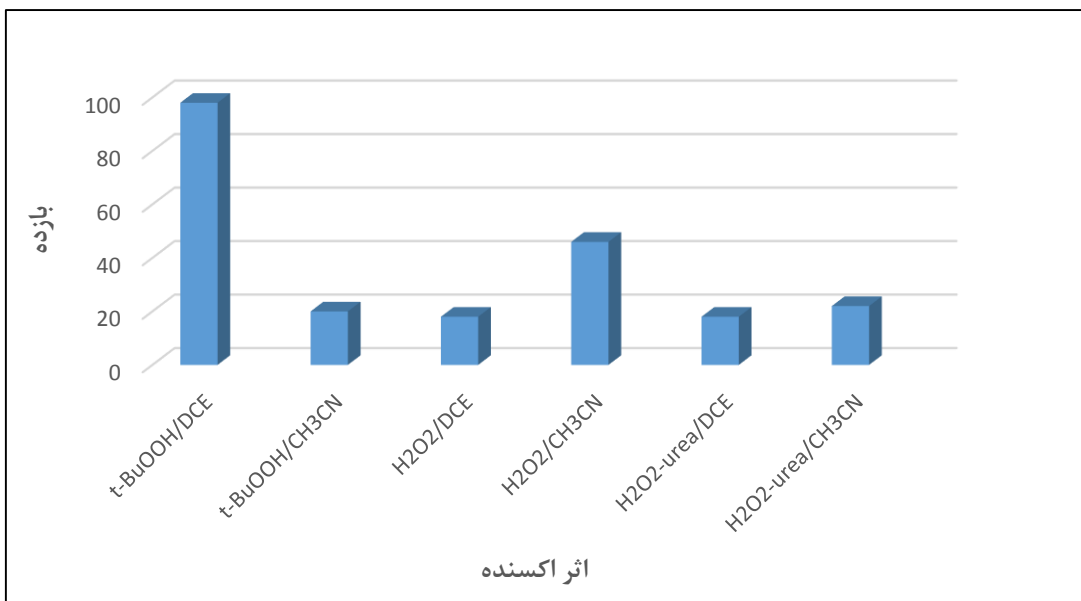
### ۳-۲-۲- بررسی اثر نوع اکسنده

کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo به روش گفته شده در بخش ۲-۵-۲ جهت بررسی اثر نوع اکسنده در واکنش اپوکسایش سیکلواکتن بررسی شد. داده های جدول ۳-۳ و شکل ۳-۱۶ نشان می دهد که ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید به همراه ۱ و ۲ دی کلرواتان بازده بیشتری نسبت به اوره هیدروژن پراکسید و آب اکسیژنه دارد. زیرا نحوه انتقال اکسیژن از این اکسنده ها بوسیله فلز مرکزی به آلکن ها از مکانیسم های متفاوتی تبعیت می کند. اما انتقال اکسیژن از اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید به آلکن ها بوسیله کمپلکس مولیبدن در حلال های غیر قطبی نسبت به اکسنده های دیگر راحت تر صورت می گیرد. زیرا طی بررسی های انجام شده در مراجع به انرژی اکتیواسیون کمتری نیاز دارد [۶۶]. بنابراین، اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید در حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان به عنوان اکسنده برتر برای ادامه بررسی ها انتخاب شد.

جدول ۳-۳: بررسی اثر نوع اکسنده در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده در دمای جوش حلال به مدت ۲ ساعت با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo.

حلال	اکسنده	(%) بازده واکنش
۱ و ۲ دی کلرواتان	t-BuOOH	۹۸
استونیتریل		ناچیز
۱ و ۲ دی کلرواتان	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ناچیز
استونیتریل		۴۶
۱ و ۲ دی کلرواتان	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - Urea	ناچیز
استونیتریل		۲۲





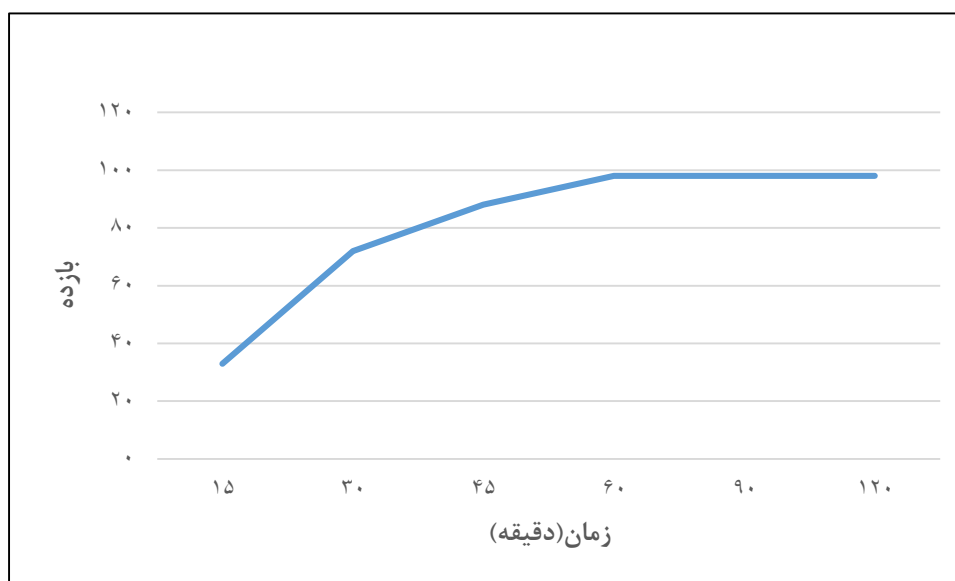
شکل ۳-۱۶: بررسی اثر نوع اکسنده در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده در دمای جوش حلال به مدت ۲ ساعت با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo.

### ۳-۲-۳- بررسی اثر زمان

این پارامتر نیز برای واکنش اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در مدت زمان های مختلف (۱۵ دقیقه تا ۲ ساعت) بر پایه روش گفته شده در بخش ۲-۵-۳ بررسی شد. داده های جدول ۳-۴ و شکل ۳-۱۷ نشان می دهد با افزایش زمان، بازده نیز بیشتر می شود تا اینکه پس از ۱ ساعت به بیشترین مقدار خود رسیده و ثابت می ماند. بنابراین، زمان ۱ ساعت به عنوان زمان بهینه انتخاب شد.

جدول ۳-۴: بررسی اثر زمان در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo.

بازده (%)	زمان (دقیقه)
۳۳	۱۵
۷۲	۳۰
۸۸	۴۵
۹۸	۶۰
۹۸	۹۰
۹۸	۱۲۰



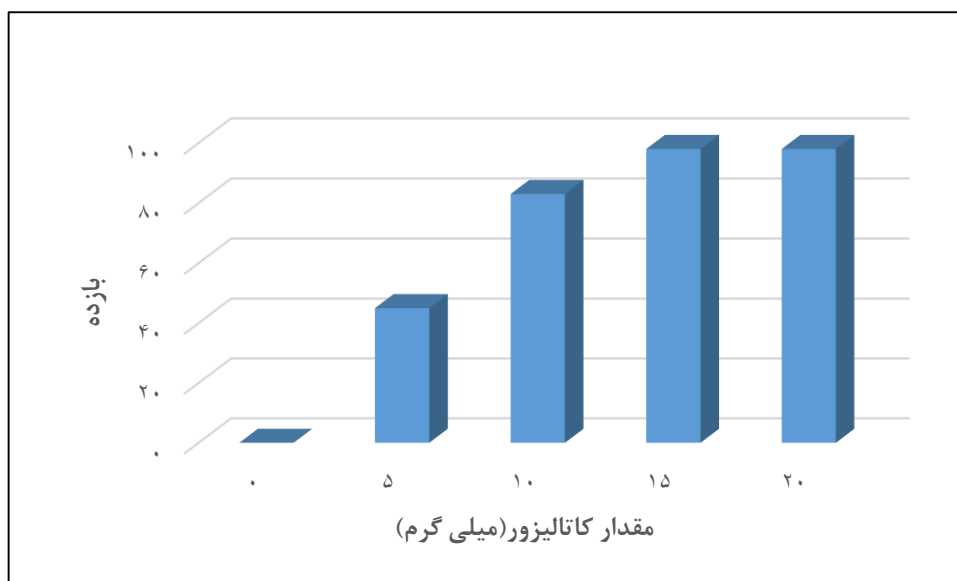
شکل ۳-۱۷: بررسی اثر زمان در واکنش اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال با ۲۰ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo

### ۳-۲-۴- بررسی اثر مقدار کاتالیزور

برای بررسی اثر مقدار کاتالیزور، واکنش اپوکسایش سیکلواکتن در حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان و مقدار های مختلفی از کاتالیزور (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم) و بر اساس روش گفته شده در بخش ۲-۵-۴ انجام شد. داده های جدول ۳-۵ و شکل ۳-۱۸ نشان می دهد که با افزایش مقدار کاتالیزور، بازده فرآیند کاتالیزوری افزایش یافته است. در اینجا نقش یون فلزی در کاتالیزور، فعال کردن اتم اکسیژن در ترشید بوتیل هیدروژن پراکساید برای انتقال به آلکن می باشد. با توجه به داده های به دست آمده، مقدار ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به عنوان مقدار بهینه انتخاب شد.

جدول ۳-۵: بررسی اثر مقدار کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال به مدت ۱ ساعت.

مقدار کاتالیزور (میلی گرم)	بازده (%)
۰	۰
۵	۴۵
۱۰	۸۳
۱۵	۹۸
۲۰	۹۸



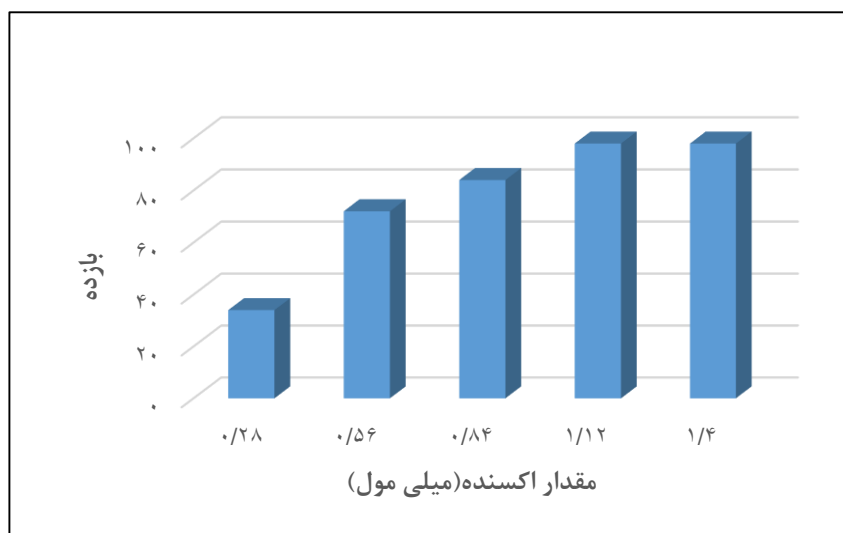
شکل ۳-۱۸: بررسی اثر مقدار کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال به مدت ۱ ساعت

### ۳-۲-۵- بررسی اثر مقدار اکسنده

به منظور بررسی این پارامتر، واکنش‌هایی مطابق روش گفته شده در بخش ۲-۵-۵ انجام شد و داده‌های آن در جدول ۳-۶ و شکل ۳-۱۹ نشان داده شده است. بررسی‌ها نشان داد با افزایش مقدار اکسنده، بازده واکنش افزایش یافته و بیشترین بازده در مقدار ۱/۱۲ میلی مول اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید مشاهده می‌شود. بنابراین، مقدار ۱/۱۲ میلی مول ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید به عنوان مقدار بهینه برای ادامه کار انتخاب شد.

جدول ۳-۶: بررسی مقدار اکسنده در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با اکسنده TBHP با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت.

مقدار اکسنده		بازده فرآورده اپوکسید (%)
ml	mmol	
۰/۱	۰/۲۸	۳۴
۰/۲	۰/۵۶	۷۲
۰/۳	۰/۸۴	۸۴
۰/۴	۱/۱۲	۹۸
۰/۵	۱/۴	۹۸



شکل ۳-۱۹: بررسی مقدار اکسنده در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با اکسنده TBHP با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت.

### ۳-۲-۶- جمع بندی شرایط بهینه در سیستم کاتالیزوری

#### ناهمگن PANI/AHS/Mo

همان طور که در جدول ۳-۷ آورده شده است در شرایط بهینه، برای اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن، به ۱۵ میلی گرم کاتالیزور ناهمگن، ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان، ۱/۱۲ میلی مول اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید در مدت زمان ۱ ساعت و دمای جوش حلال (۸۰°C) نیاز می باشد.

جدول ۳-۷: شرایط بهینه برای اپوکسایش سیکلواکتن.

حلال	۲۰ دی کلرواتان
مقدار حلال اکسنده	۲ میلی لیتر t-BuOOH
مقدار اکسنده	۱/۱۲ میلی مول
مقدار کاتالیزور	۱۵ میلی گرم
زمان	۱ ساعت
دما	دمای جوش (۸۰ °C)

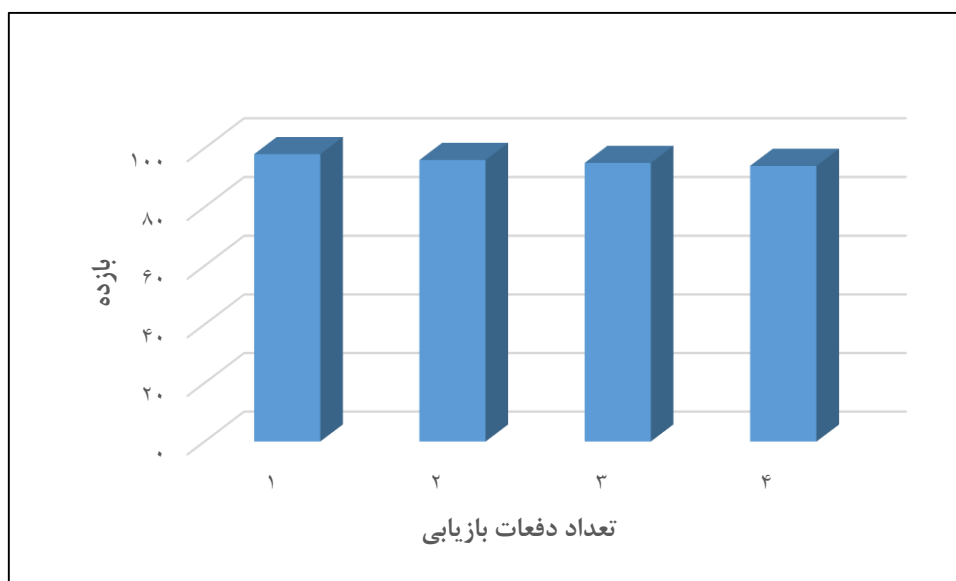
### ۳-۲-۷- بررسی بازیابی کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در اپوکسایش

#### سیکلواکتن

نحوه بازیابی کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo در بخش ۲-۵-۶ بیان شده و داده ها در جدول ۳-۸ و شکل ۳-۲۰ آورده شده است. همان طور که نتایج نشان می دهد، کاتالیزور PANI/AHS/Mo فعالیت کاتالیزوری خود را پس از ۴ بار به کار گیری حفظ می نماید و این توانایی، پایداری، و طول عمر کاتالیزور را نشان می دهد. بازده واکنش طی مراحل بازیابی، ۶ درصد کاهش یافته است. این کاهش بازده را می توان به غیر فعال شدن کاتالیزور به واسطه جذب رطوبت یا مواد دیگر نسبت داد. از مزیت دیگر این سیستم کاتالیزوری، بازیابی آسان آن بوسیله ی سانتریفیوژ می باشد.

جدول ۳-۸: بررسی بازیابی کاتالیزور در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲۰ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت.

مرتبه بازیابی	(%) بازده واکنش
اول	۹۸
دوم	۹۶
سوم	۹۵
چهارم	۹۴

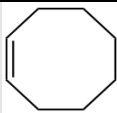
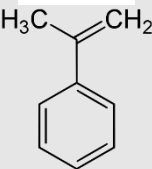
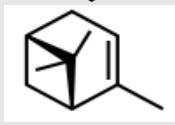
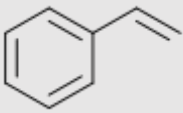
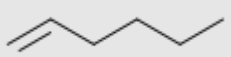
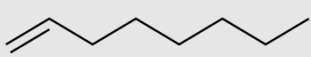


شکل ۳-۲۰: بررسی بازیابی کاتالیزور در اپوکسایش ۰/۵ میلی مول سیکلواکتن در ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان با ۱/۱۲ میلی مول اکسنده TBHP در دمای جوش حلال با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور PANI/AHS/Mo به مدت ۱ ساعت.

### ۳-۲-۸- بررسی اپوکسایش دیگر آلکن ها با کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo

در این فرآیند ۶ آلکن مختلف برای واکنش اپوکسایش، طبق روش گفته شده در بخش ۲-۶-۷ مورد استفاده قرار گرفت داده های بدست آمده در جدول ۳-۹ آورده شده است. همه واکنش ها با ۰/۵ میلی مول آلکن، ۱۵ میلی گرم کاتالیزور ناهمگن، ۱/۱۲ میلی مول اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید و ۲ میلی لیتر حلال ۱ و ۲ دی کلرواتان انجام شد. آلکن های انتهایی در مدت زمان طولانی تری واکنش اپوکسایش را انجام می دهند. این افزایش زمان را می توان به ویژگی الکترون دوستی آلکن نسبت داد. هرچه آلکن الکترون دهنده تر باشد در واکنش اپوکسایش راحت تر شرکت می کند. از آن جایی که آلکن های انتهایی ویژگی الکترون دهنده کمتری دارند از این رو، واکنش های اپوکسایش را در مدت زمان طولانی تری انجام می دهند.

جدول ۳-۹: داده های حاصل از اپوکسایش آلکن های گوناگون با ۱۵ میلی گرم کاتالیزور ناهمگن PANI/AHS/Mo، ۰/۵ میلی مول آلکن، ۱/۱۲ میلی مول ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید و ۲ میلی لیتر حلال ۲۱ دی کلرواتان در زمان های مختلف و در دمای جوش حلال.

درصد تبدیل (%)	زمان (h)	ساختار	آلکن
۹۸	۱		سیکلو اکتن
۹۰	۱/۵		$\alpha$ -متیل استایرن
۸۶	۱/۵		$\alpha$ -پینن
۸۳	۲		استایرن
۵۵	۲/۵		۱-هگزن
۴۹	۲/۵		۱-اکتن

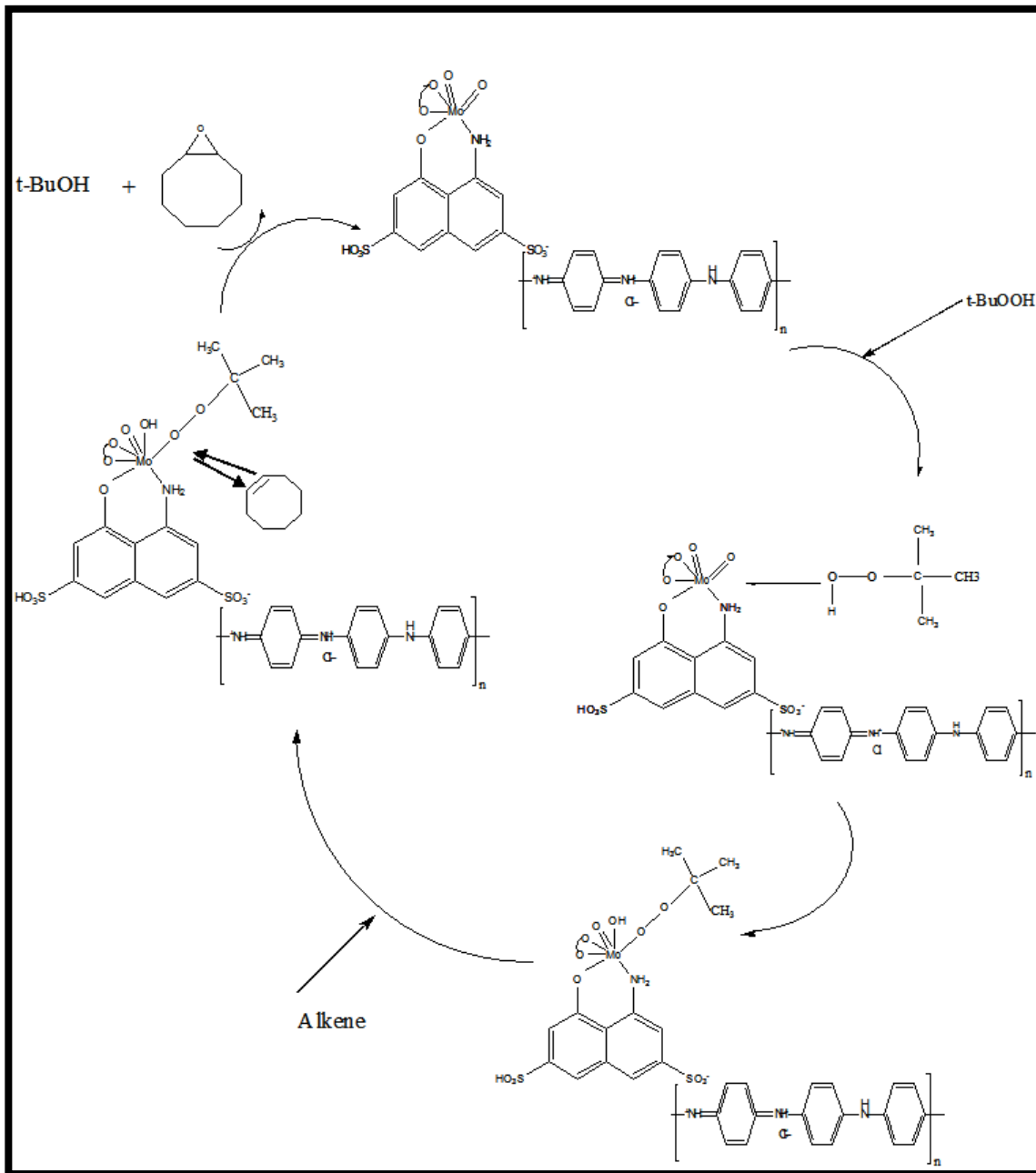
### ۳-۲-۹- مکانیسم پیشنهادی جهت اپوکسایش سیکلواکتن با کاتالیزور

#### ناهمگن PANI/AHS/Mo

مکانیسم احتمالی برای اپوکسایش آلکن ها با اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید در شکل ۳-۲۱ آورده شده است. ابتدا ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید به فلز کوئوردینه می شود. در ادامه آلکن به اکسنده ترشیو بوتیل هیدروژن پراکسید کوئوردینه می شود و سپس طی یک واکنش افزایشی اپوکسید به دست می آید. در پایان ترشیو بوتانل جدا می شود، و کاتالیزور بازیابی می شود. در این فرآیند اگر



حلال قدرت کوئوردینه شوندگی بالایی داشته باشد، از کوئوردینه شدن اکسند به فلز جلوگیری می شود و فرآیند از پیشرفت باز خواهند ماند.



شکل ۳-۲۱: مکانیسم پیشنهادی جهت اپوکسایش سیکلواکتن با کمپلکس مولیبدن تثبیت شده بر روی نانو فیبر پلی آنیلین (PANI/AHS/Mo)

### ۳-۲-۱۰- نتیجه گیری

با مقایسه سیستم های کاتالیزوری تهیه شده در این پژوهش با سیستم های کاتالیزوری مشابه، که در سال های گذشته مورد بررسی قرار گرفت، نتایج جالبی به دست آمد که تایید کننده برتری سیستم PANI/AHS/Mo است. این نتایج در جدول ۳-۱۰ آورده شده است. کاتالیزور PANI/AHS/Mo دارای  $TOF^1$  ( میلی مول آلکن در بازده بر میلی مول کاتالیزور در زمان ) بالاتری است. مقدار بالاتر این فاکتور کارایی بالاتر آن را نسبت به مشابه های خود نشان می دهد.

منبع	مقدار کاتالیزور (میلی مول)	زمان (ساعت)	بازده (درصد)	مقدار آلکن (میلی مول)	لیگاند	بستر	TOF
۶۷	۰/۰۰۵۵	۳	۹۱	۰/۵	ایمیدازول	پلی استایرن	۳۰
۶۸	۰/۰۹۸	۱۲	۹۴	۳/۵	-	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /P <sub>4</sub> VP	۱۰
۶۹	۳۷/۲	۸	۹۹	۲	۲-آمینو فنول	MoO <sub>2</sub> Ar/ZAPS-PVPA R=OH	۶
۷۰	۰/۰۰۸۷	۴/۵	۹۰	۰/۵	۳-آمینو پروپیل تری متوکسی سیلان	نانو زیرکونیا	۱۱
تحقیق حاضر	۰/۰۱۰۶۲	۱	۹۸	۰/۵	سدیم ۴-آمینو هیدروکسی ۷-سولفونفتالن ۲-سولفونات	PANI/Mo	۴۶

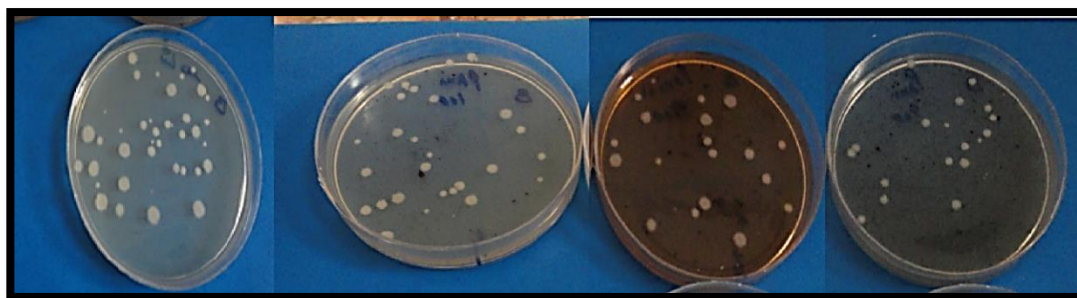
جدول ۳-۱۰ : مقایسه کارایی کاتالیزور PANI/AHS/Mo با کاتالیزور های مشابه

$1 \frac{mmole (Alkene) \times Reaction Yield}{mmole (Catalyst) \times Reaction Time}$

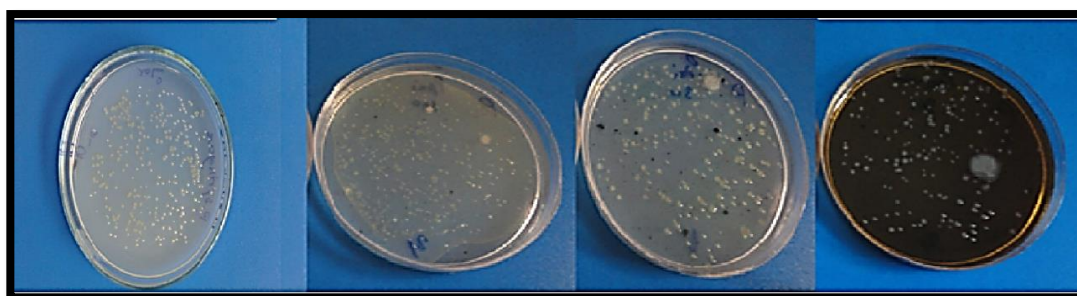
### ۳-۳- بررسی فعالیت ضد میکروبی

#### ۳-۳-۱- بررسی فعالیت ضدباکتریایی PANI

نتایج آزمون ضد باکتری در برابر سودوموناس سرینگه (گرم منفی) و باسیلوس (گرم مثبت) نشان داد، نمونه هایی که با PANI تیمار گردیدند، افزایش فعالیت ضد باکتریایی نشان دادند. شکل ۳-۲۲ کلونی های تشکیل شده در صفحات کشت سلولی حاوی غلظت های مختلف از نانو فیبر، را برای هر دو نوع باکتری نشان می دهد. با افزایش غلظت نانو فیبر، کاهش رشد باکتری بر روی پلیت های آگار مشاهده شد به جز نمونه های شاهد که فاقد PANI بودند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در جداول ۱ تا ۵ پیوست، و شکل های ۳-۲۳ تا ۳-۲۶ آورده شده است. این تجزیه و تحلیل نشان داد که کنترل به طور قابل توجهی در سطح احتمال ( $P \leq 0.01$ ) اتفاق افتاده و تعداد کلونی باکتری ها تغییر کرده است. در جدول تجزیه واریانس به prob (سطح احتمال) توجه می شود. اگر سطح احتمال کمتر از ۰/۰۱ بود، معنی داری در سطح ۱٪ است یعنی با احتمال ۹۹٪ می توان گفت که بین تیمار های مورد مطالعه از نظر صفت مورد بررسی، اختلاف معنی دار وجود دارد. اگر سطح احتمال ما بین ۰/۰۵ و ۰/۰۱ بود، معنی داری در سطح ۵٪ می باشد، یعنی با احتمال ۹۵٪ می توان گفت که بین تیمار های مورد مطالعه، از نظر صفت مورد بررسی اختلاف معنی دار وجود دارد و اگر سطح احتمال بیشتر از ۰/۰۵ بود اختلافی بین تیمار ها وجود ندارد.

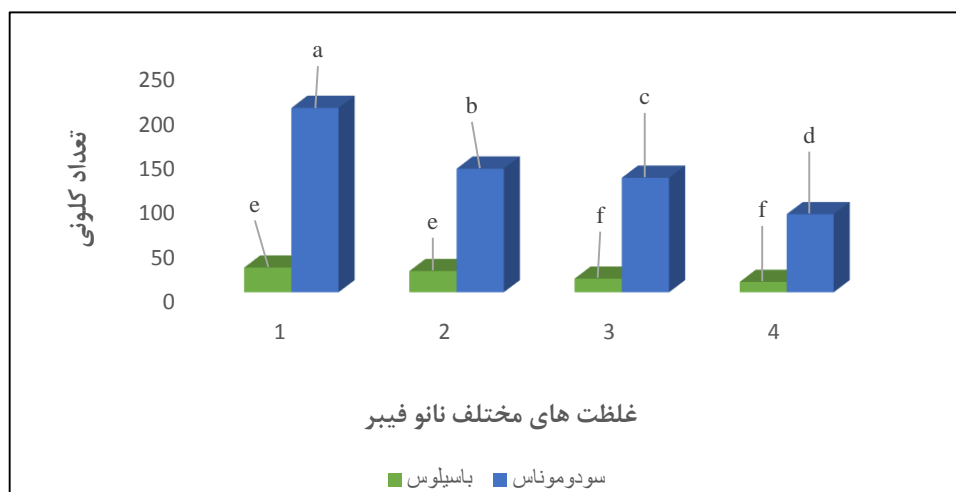


(a)



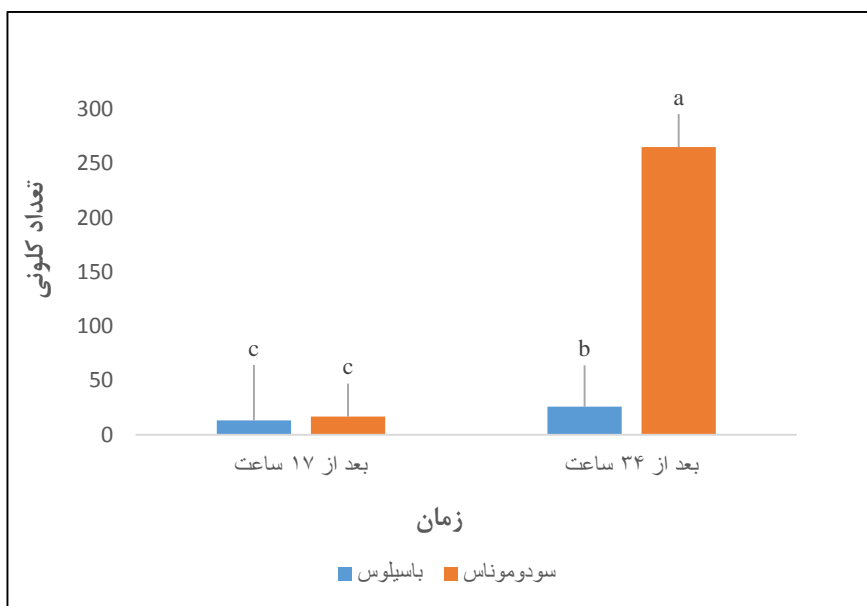
(b)

شکل ۳-۲۲: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو فیبر PANI برای هر دو باکتری به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



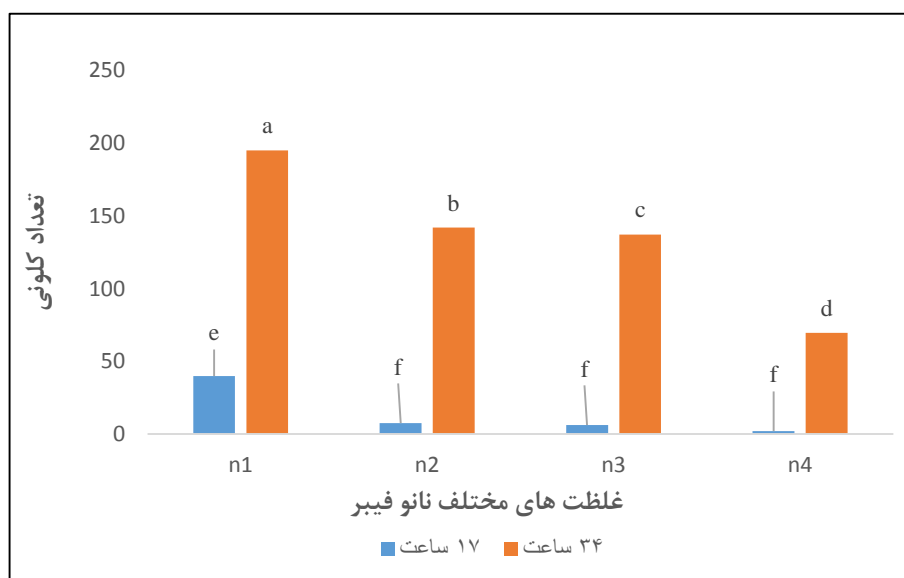
شکل ۳-۲۳: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI

همان گونه که مشاهده می شود، هرچه غلظت نانو فیبر، افزایش پیدا می کند میزان رشد در هر دو نوع باکتری کاهش می یابد اما این کاهش رشد برای باکتری باسیلوس، بیشتر از باکتری سودوموناس می باشد.



شکل ۳-۲۴: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI

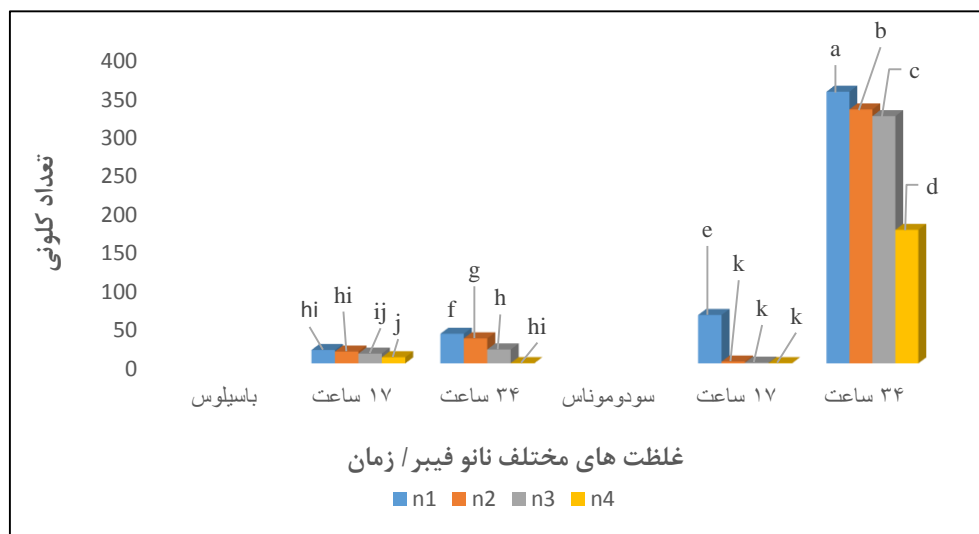
با افزایش زمان میزان رشد باکتری ها افزایش می یابد اما این میزان برای باکتری سودوموناس بیشتر از باکتری باسیلوس می باشد.



شکل ۳-۲۵: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI

با افزایش زمان در سطوح اول و دوم نانو فیبر میزان رشد افزایش می یابد ولی این میزان برای سطح دوم کمتر از سطح اول می باشد. در سطح سوم نیز با افزایش زمان میزان رشد بسیار کم و در سطح چهارم نیز میزان رشد کمتر از سطح سوم می باشد.

در قسمت بعد نیز هر سه فاکتور تعداد باکتری ها، نانو فیبر و زمان با هم مقایسه گردیده اند، که تاییدکننده توضیحات قبلی می باشد.

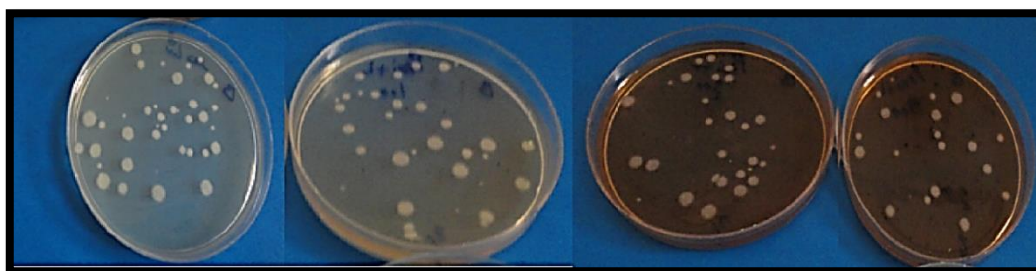


شکل ۳-۲۶: مقایسه تعداد کلونی ها در سه فاکتور A, B و C در آزمایش تیمار شده با PANI

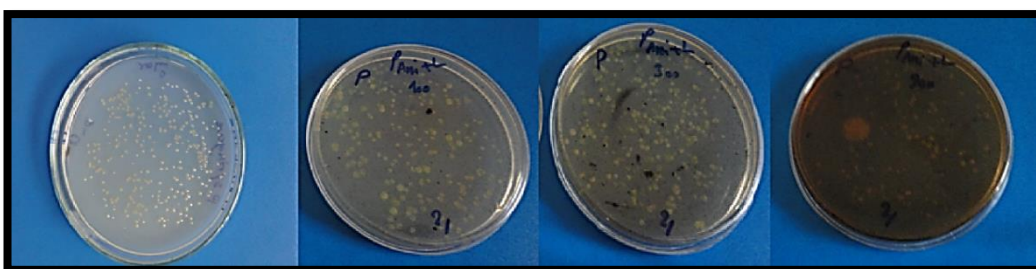
### ۳-۳-۲- بررسی فعالیت ضدباکتریایی PANI/AHS

نتایج آزمون ضد باکتری در برابر سودوموناس سرینگه (گرم منفی) و باسیلوس (گرم مثبت) نشان داد، نمونه هایی که با PANI/AHS تیمار گردیدند، افزایش فعالیت ضد باکتریایی نشان دادند. شکل ۳-۲۷

کلونی های تشکیل شده در صفحات کشت سلولی حاوی غلظت های مختلف از نانو فیبر، را برای هر دو نوع باکتری نشان می دهد. با افزایش غلظت PANI/AHS، کاهش رشد باکتری بر روی پلیت های آگار مشاهده شد به جز نمونه های شاهد که فاقد PANI/AHS بودند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در جداول ۶ تا ۱۰ پیوست، و شکل های ۳-۲۸ تا ۳-۳۱ آورده شده است.

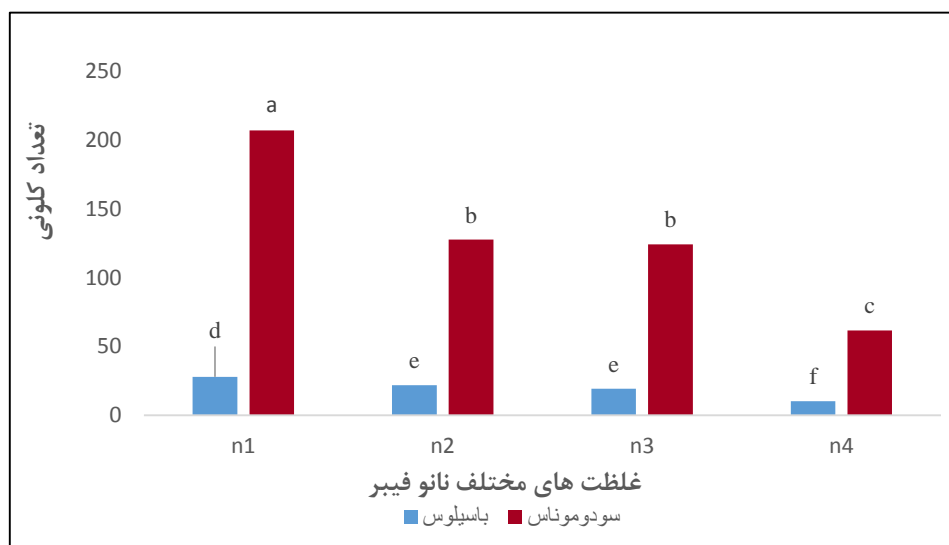


(a)



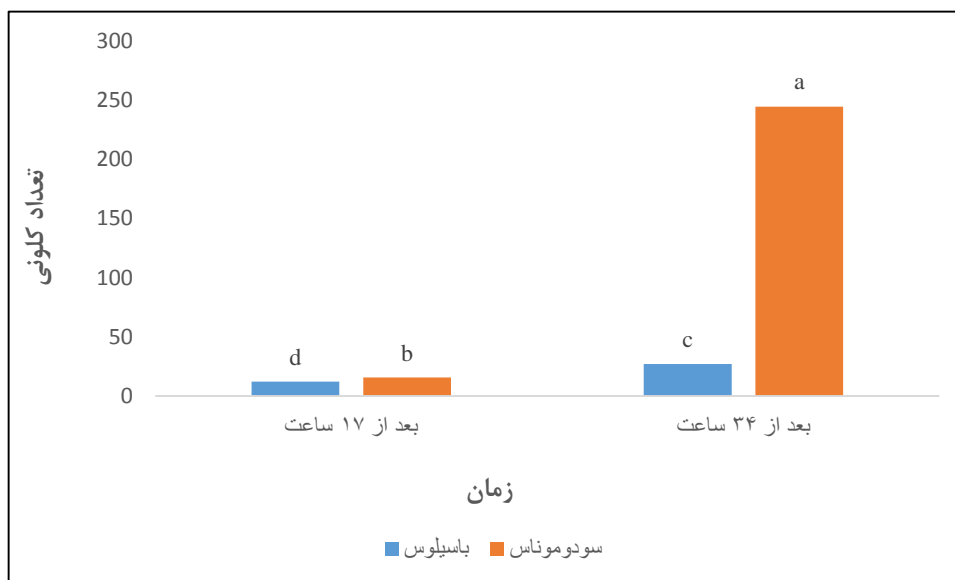
(b)

شکل ۳-۲۷: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو فیبر PANI/AHS از چپ به راست برای هر دو باکتری به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



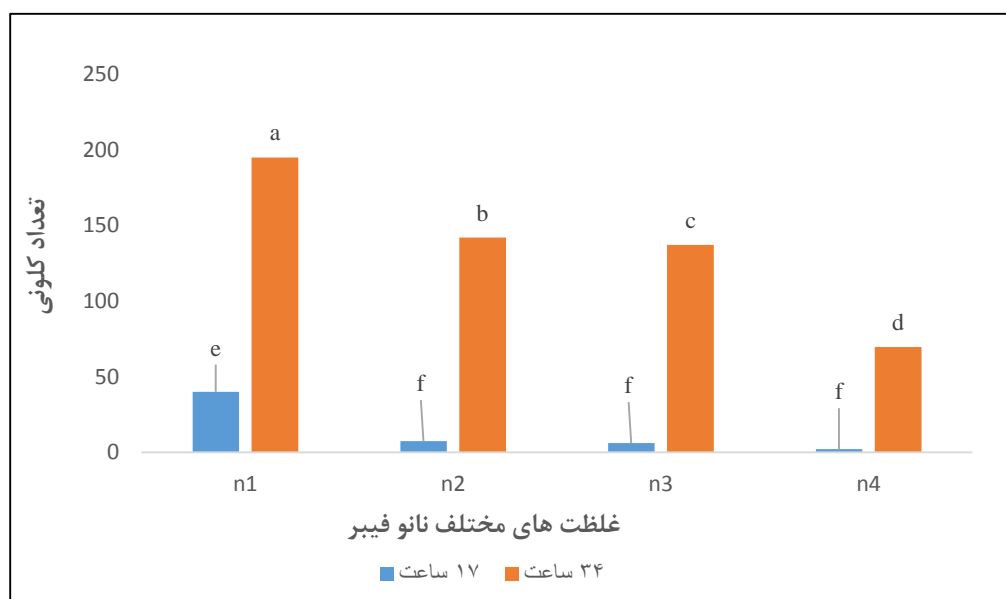
شکل ۳-۲۸: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

همان گونه که مشاهده می شود، هرچه غلظت نانو فیبر PANI/AHS افزایش پیدا می کند میزان رشد در هر دو نوع باکتری کاهش می یابد اما این کاهش رشد برای باکتری باسیلوس بیشتر از باکتری سودوموناس می باشد.



شکل ۳-۲۹: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

با افزایش زمان میزان رشد باکتری ها افزایش می یابد اما این میزان برای باکتری سودوموناس بیشتر از باکتری باسیلوس می باشد.

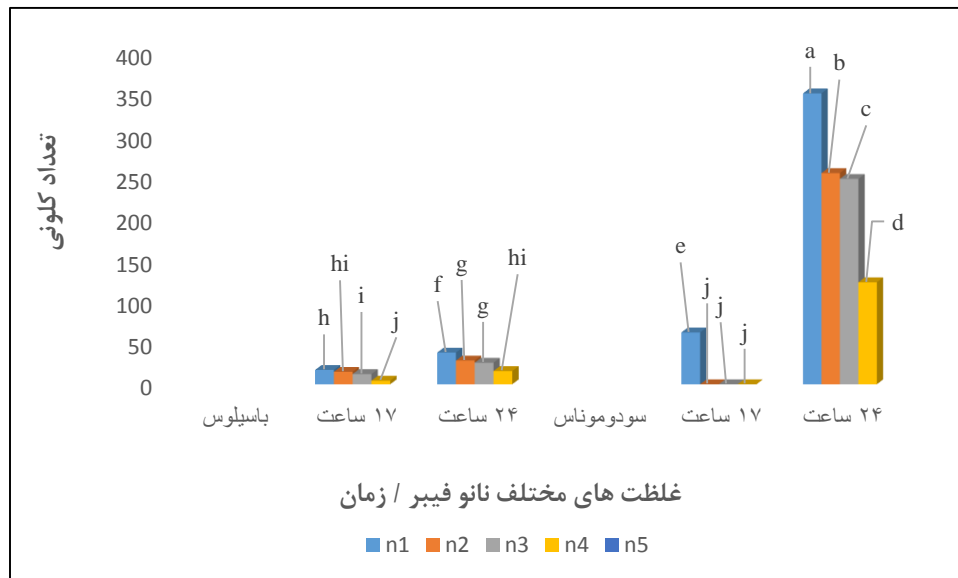


شکل ۳-۳۰: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

با افزایش زمان در سطوح اول و دوم ترکیب، میزان رشد افزایش می یابد ولی این میزان برای سطح دوم کمتر از سطح اول می باشد. در سطح سوم و چهارم نیز با افزایش زمان میزان رشد بسیار کم می باشد.



قسمت بعد نیز هر سه فاکتور تعداد باکتری ها، ترکیب و زمان با هم مقایسه گردیده اند، که تاییدکننده توضیحات قبلی می باشد.



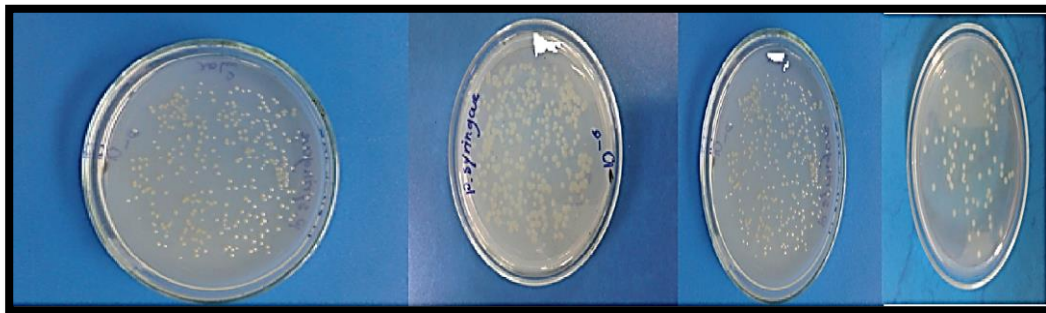
شکل ۳-۳۱: مقایسه تعداد کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

### ۳-۳-۳- بررسی فعالیت ضدباکتریایی کاتالیزور PANI/AHS/Mo

نتایج آزمون ضد باکتری در برابر سودوموناس سرینگه (گرم منفی) و باسیلوس (گرم مثبت) نشان داد، نمونه هایی که با PANI/AHS/Mo تیمار گردیدند، افزایش فعالیت ضد باکتریایی را به شیوه ای قوی نشان دادند و به خوبی باکتری ها را کنترل نمودند. شکل ۳-۳۲ کلونی های تشکیل شده در صفحات کشت سلولی حاوی غلظت های مختلف از نانو کامپوزیت مولیبدن را برای هر دو نوع باکتری نشان می دهد. با افزایش غلظت نانو کامپوزیت، کاهش رشد باکتری بر روی پلیت های آگار مشاهده شد به جز نمونه های شاهد که فاقد PANI/AHS/Mo بودند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در جداول ۱۱ تا ۱۵ پیوست، و شکل های ۳-۳۳ تا ۳-۳۶ آورده شده است.

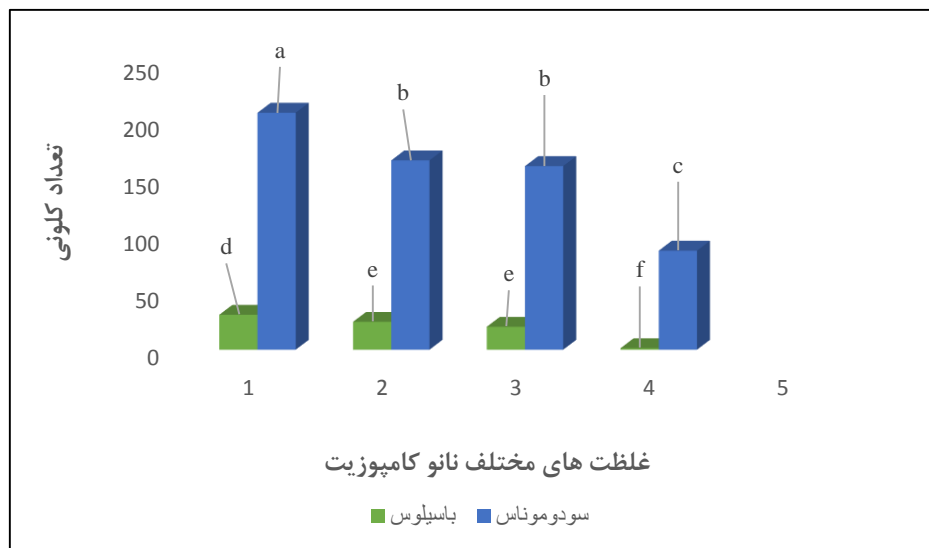


(a)



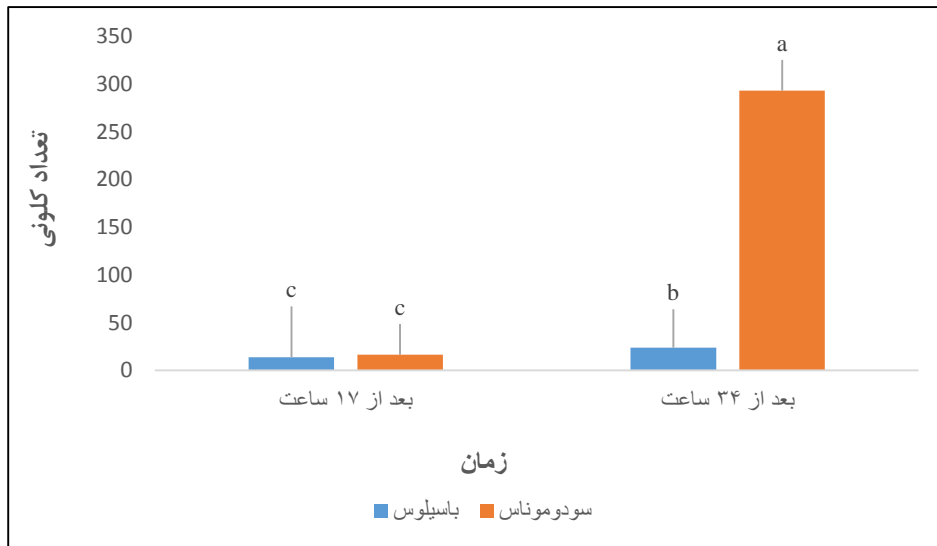
(b)

شکل ۳-۳۲: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo از چپ به راست برای هر دو باکتری به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.

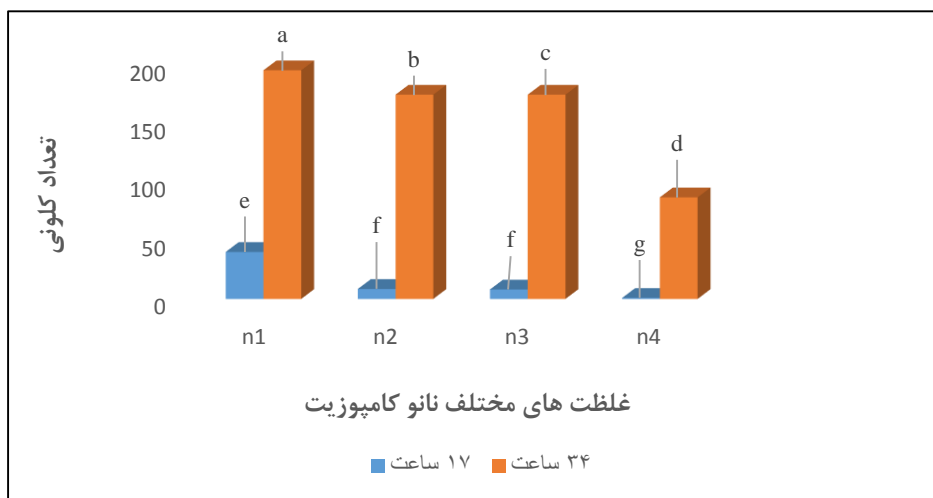


شکل ۳-۳۳: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

همان گونه که مشاهده می شود، هرچه غلظت نانو کامپوزیت افزایش پیدا می کند میزان رشد در هر دو نوع باکتری کاهش می یابد بطوریکه کاهش رشد برای باکتری باسیلوس خیلی بیشتر از باکتری سودوموناس می باشد.



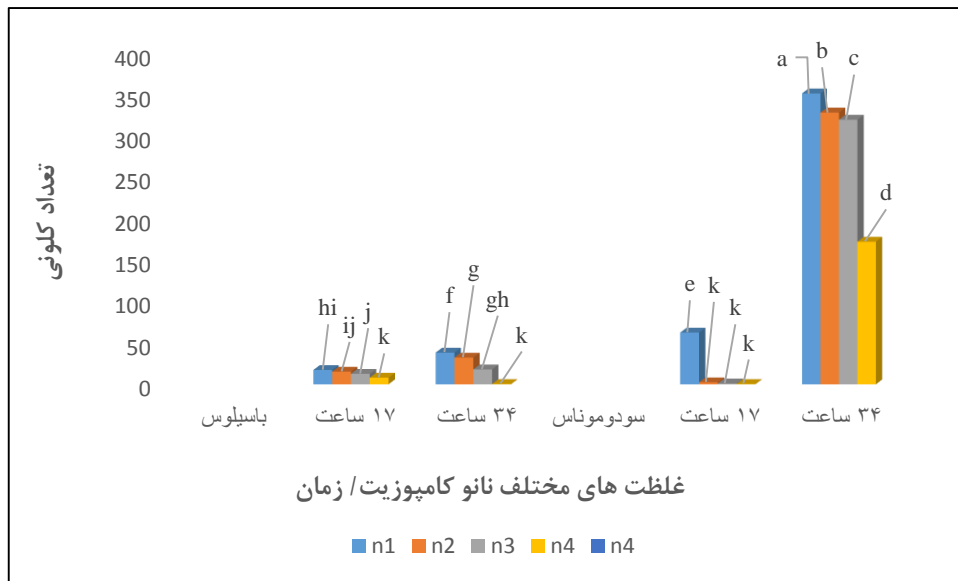
شکل ۳-۳۴: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo با افزایش زمان میزان رشد باکتری ها افزایش می یابد اما این میزان برای باکتری باسیلوس کمتر از باکتری سودوموناس می باشد.



شکل ۳-۳۵: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

با افزایش زمان در سطوح اول نانو کامپوزیت میزان رشد افزایش می یابد ولی این میزان برای سطح دوم کمتر از سطح اول می باشد. در سطح چهارم نیز با افزایش زمان میزان رشد بسیار کمتر از سطح سوم می باشد.

در قسمت بعد نیز هر سه فاکتور تعداد باکتری ها، نانو کامپوزیت و زمان با هم مقایسه گردیده اند، که تاییدکننده توضیحات قبلی می باشد.

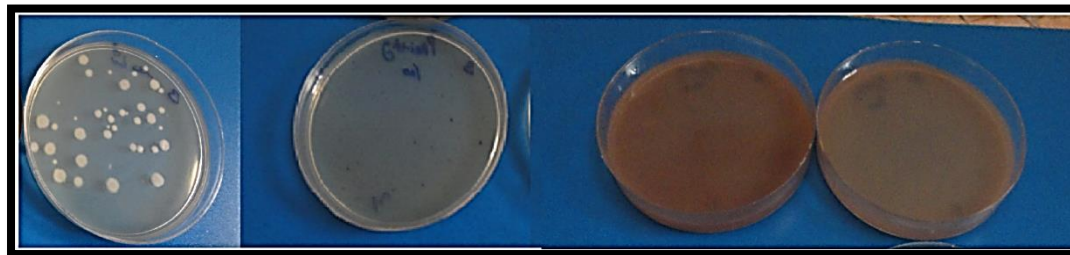


شکل ۳-۳۶: مقایسه تعداد کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

### ۳-۳-۴- بررسی فعالیت ضدباکتریایی PANI/AHS/Ag

نتایج آزمون ضد باکتری در برابر سودوموناس سرینگه (گرم منفی) و باسیلوس (گرم مثبت) نشان داد، نمونه هایی که با PANI/AHS/Ag تیمار گردیدند، افزایش فعالیت ضد باکتریایی را به شیوه ای قوی نشان دادند و به خوبی باکتری ها را کنترل نمودند. شکل ۳-۳۷ کلونی های تشکیل شده در صفحات کشت سلولی حاوی غلظت های مختلف از نانو ذرات نقره را برای هر دو نوع باکتری نشان می دهد. با افزایش غلظت نانو ذرات نقره، کاهش رشد باکتری بر روی پلیت های آگار مشاهده شد به جز نمونه های

شاهد که فاقد PANI/AHS/Ag بودند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در جداول ۱۶ تا ۲۰ پیوست، و شکل های ۳-۳۸ تا ۳-۴۱ آورده شده است.

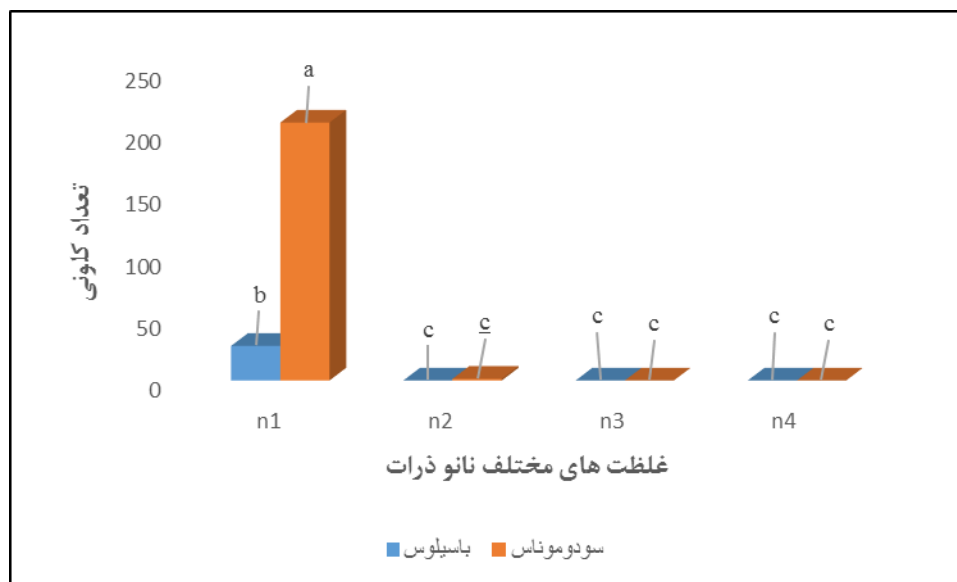


(a)



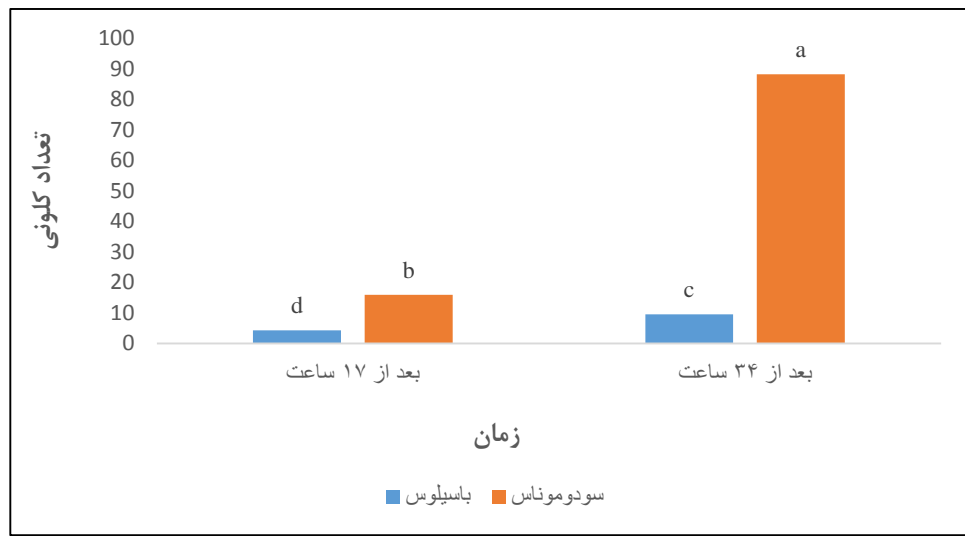
(b)

شکل ۳-۳۷: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت نانو ذرات PANI/AHS/Ag از چپ به راست برای هر دو باکتری به ترتیب ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



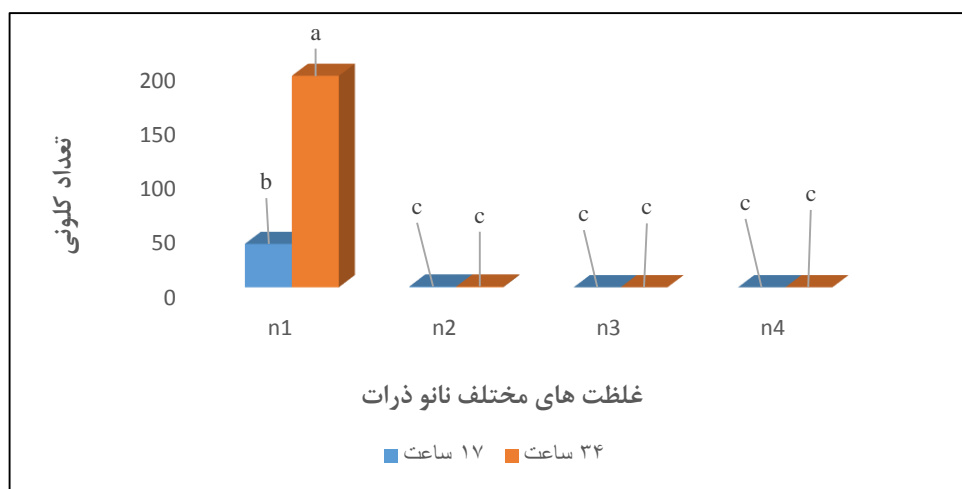
شکل ۳-۳۸: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

همان گونه که مشاهده می شود، هرچه غلظت نانو ذره افزایش پیدا می کند میزان رشد در هر دو نوع باکتری کاهش می یابد به طوری که در سطح دوم، سوم و چهارم نانو ذره هیچ گونه رشدی مشاهده نمی گردد.



شکل ۳-۳۹: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

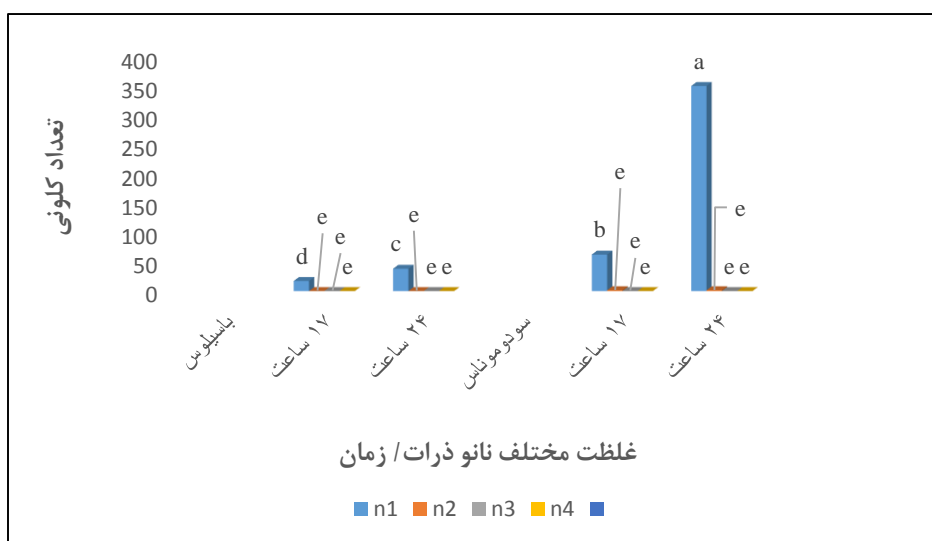
با افزایش زمان میزان رشد باکتری ها افزایش می یابد اما این میزان برای باکتری باسیلوس کمتر از باکتری سودوموناس می باشد.



شکل ۳-۴۰: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

با افزایش زمان در سطوح اول نانو ذره، میزان رشد افزایش می یابد ولی این میزان برای سطح دوم ، سطح سوم ، و سطح چهارم کاملاً کنترل گردیده و حتی با افزایش زمان هم هیچ گونه رشدی مشاهده نمی گردد.

در قسمت بعد نیز هر سه فاکتور تعداد باکتری ها، نانو ذره و زمان با هم مقایسه گردیده اند، که تاییدکننده توضیحات قبلی می باشد.

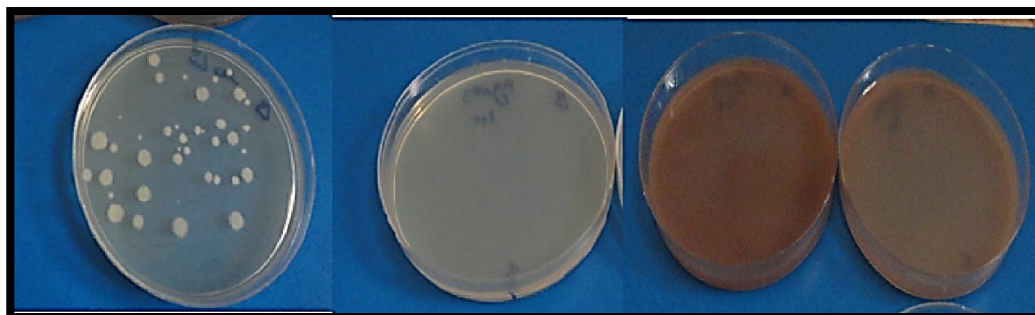


شکل ۳-۴۱: مقایسه تعداد کلونی ها در سه فاکتور A, B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

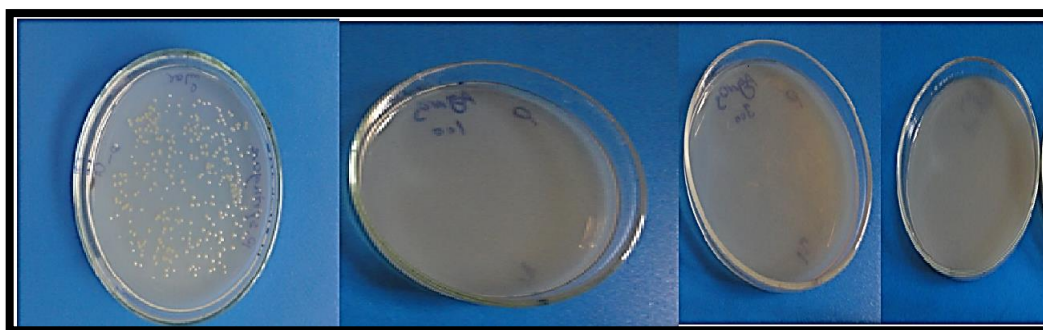
### ۳-۳-۵- بررسی فعالیت ضدباکتریایی $AgNO_3$

نتایج آزمون ضد باکتری در برابر سودوموناس سرینگه (گرم منفی) و باسیلوس (گرم مثبت) نشان داد، نمونه هایی که با  $AgNO_3$  تیمار گردیدند، افزایش فعالیت ضد باکتریایی را به شیوه ای قوی نشان دادند و به خوبی باکتری ها را کنترل نمودند. شکل ۳-۴۲ کلونی های تشکیل شده در صفحات کشت سلولی حاوی غلظت های مختلف از  $AgNO_3$  را برای هر دو نوع باکتری نشان می دهد. با افزایش غلظت نترات نقره کاهش رشد باکتری بر روی پلیت های آگار مشاهده شد به جز نمونه های شاهد که  $AgNO_3$  بودند.

تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در جداول ۲۱ تا ۲۵ پیوست، و شکل های ۳-۴۳ تا ۳-۴۶ آورده شده است.

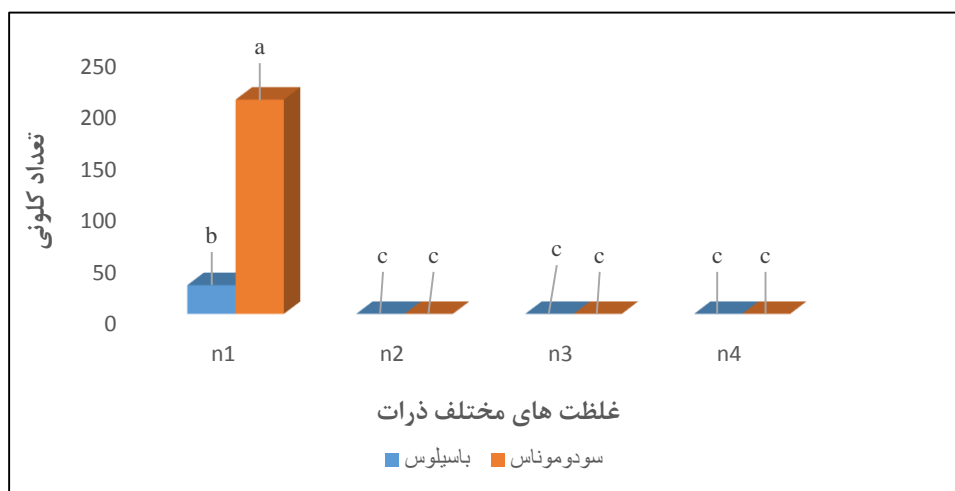


(a)



(b)

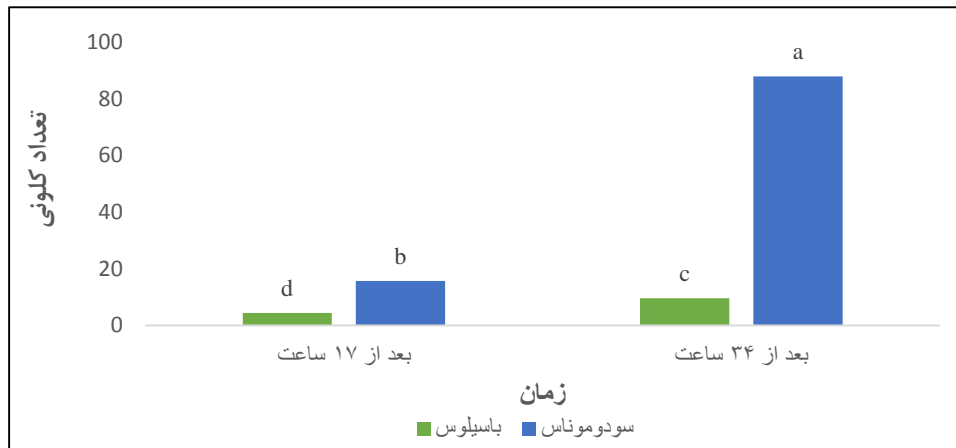
شکل ۳-۴۲: (a) باکتری باسیلوس و (b) باکتری سودوموناس سرینگه. غلظت ذرات  $AgNO_3$  برای هر دو باکتری به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



شکل ۳-۴۳: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

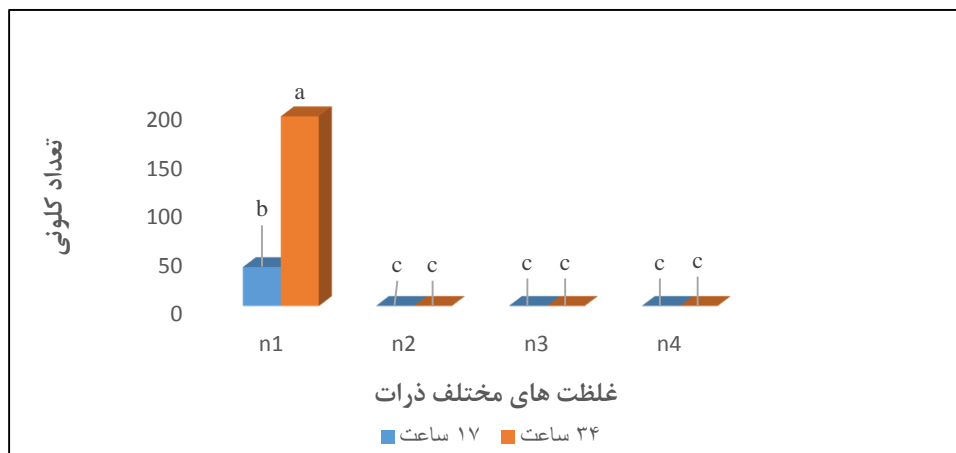


همان گونه که مشاهده می شود، هرچه غلظت ذره، افزایش پیدا می کند میزان رشد در هر دو نوع باکتری کاهش می یابد به طوری که برای هر دو نوع باکتری در سطح دوم، سطح سوم و چهارم نانو ذره هیچ گونه رشدی مشاهده نمی گردد.



شکل ۳-۴۴: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

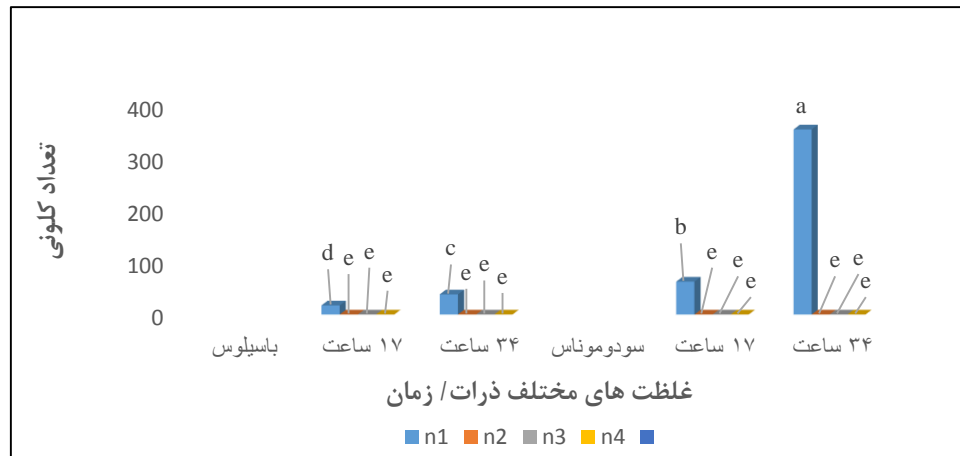
با افزایش زمان میزان رشد باکتری ها افزایش می یابد اما این میزان برای باکتری باسیلوس کمتر از باکتری سودوموناس می باشد.



شکل ۳-۴۵: مقایسه تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

با افزایش زمان در سطح اول ترکیب میزان رشد افزایش می یابد ولی این میزان برای سطح دوم، سطح سوم و سطح چهارم بسیار کم و کاملاً کنترل گردیده و حتی با افزایش زمان هم هیچ گونه رشدی مشاهده نمی گردد.

در قسمت بعد نیز هر سه فاکتور تعداد باکتری ها، ذره و زمان با هم مقایسه گردیده اند، که تاییدکننده توضیحات قبلی می باشد.



شکل ۳-۴۶: مقایسه تعداد کلونی ها در سه فاکتور A, B و C در آزمایش تیمار شده با AgNO<sub>3</sub>

### ۳-۳-۶- مقایسه بین فعالیت ضد باکتریایی ترکیبات PANI/AHS/Mo ،

### AgNO<sub>3</sub> ، PANI ، PANI/AHS ، PANI/AHS/Ag

با توجه به جدول ۳-۱۱ که دو پارامتر نوع باکتری و غلظت ترکیبات PANI/AHS/Mo ، PANI/AHS/Ag ، PANI/AHS ، PANI و AgNO<sub>3</sub> را مورد مقایسه قرار داده است، این نتیجه حاصل شد که حداکثر اثر مهار کنندگی، در مدت زمان ۱۷ ساعت و ۳۴ ساعت در هر سه غلظت (۱۰۰ μg/ml) ، (۳۰۰ μg/ml) و (۹۰۰ μg/ml) نانو ذرات PANI/AHS/Ag و ذرات AgNO<sub>3</sub> حداکثر میزان باز دارندگی را بر روی هر دو باکتری گرم مثبت باسیلوس و سودوموناس سرینگه داشته است. سایر ترکیبات در غلظت (۹۰۰ μg/ml) ، بیشترین میزان مهار کنندگی را در برابر هر دو باکتری دارا بودند، در همین غلظت میزان مهار کنندگی نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo در برابر باکتری باسیلوس در مدت زمان ۱۷ ساعت و ۳۴ ساعت، به ترتیب، ۹۸/۵۸٪ و ۹۵/۶۵٪، ترکیب PANI/AHS ، ۷۴/۹۹٪ و ۵۸/۲۵٪، نانوفیبر PANI ، ۵۳/۸۳٪ و ۶۰٪ می باشد. همچنین میزان مهار کنندگی نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo در برابر باکتری سودوموناس سرینگه در مدت زمان ۱۷ ساعت و ۳۴ ساعت به ترتیب، ۹۹/۴۶٪ و ۵۰/۸۹٪، ترکیب PANI/AHS ، ۱۰۰٪ و ۶۴/۹۴٪ و نانو فیبر PANI ، ۹۸/۹۳٪ و ۴۹/۷۵٪

می باشد. بنابراین با افزایش غلظت ترکیبات، به جز PANI/AHS/Ag و AgNO<sub>3</sub> میزان مهار کنندگی

نیز افزایش می یابد و میزان مهار کنندگی با غلظت، رابطه مستقیم دارد.

جدول ۳-۱۱: درصد مهار رشد کلونی‌های باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس سرینگه پنج ترکیب PANI/AHS/Ag، PANI/AHS/Mo، PANI/AHS، PANI و AgNO<sub>3</sub> در مدت زمان ۱۷ ساعت و ۳۴ ساعت در غلظت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر.

	باسیلوس						سودوموناس سرینگه					
	۱۷ ساعت			۳۴ ساعت			۱۷ ساعت			۳۴ ساعت		
	غلظت (µg/ml)			غلظت (µg/ml)			غلظت (µg/ml)			غلظت (µg/ml)		
	۱۰۰	۳۰۰	۹۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۹۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۹۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۹۰۰
AgNO <sub>3</sub>	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
PANI	۱۱/۵۴	۲۶/۸۸	۵۳/۸۳	۱۵/۶۵	۵۳/۰۳	۶۰	۹۵/۷۴	۹۷/۸۷	۹۸/۹۳	۲۱/۶۰	۲۷/۰۱	۴۹/۷۵
PANI/AHS	۱۳/۴۴	۲۵/۸۵	۷۴/۹۹	۲۵/۲۰	۳۲/۱۶۸	۵۸/۲۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۷/۴۰	۲۹/۴۰	۶۴/۹۴
PANI/AHS/Mo	۲۰/۵۹	۳۶/۷۸	۹۵/۵۸	۱۹/۹۸	۲۵/۲۰	۹۵/۶۵	۹۶/۲۷	۹۸/۴۰	۹۹/۴۶	۶/۵۳	۹/۰۱	۵۰/۸۹
PANI/AHS/Ag	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۷/۸۷	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۶۲	۱۰۰	۱۰۰

### ۳-۴- بررسی فعالیت ضد قارچی

#### ۳-۴-۱- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI

اثر مهار کنندگی PANI در غلظت های مختلف شامل:  $0 \text{ mg.ml}^{-1}$ ،  $0.002 \text{ mg.ml}^{-1}$ ،  $0.006 \text{ mg.ml}^{-1}$  و  $0.018 \text{ mg.ml}^{-1}$  در برابر قارچ های رایزوکتونیا سولانی و فوزاریوم گرامینه آروم، در طی دوره های مختلف انکوباسیون بررسی شد. رشد قارچی، تحت تاثیر نانو فیبر پلی آنیلین، کمی مهار شد و هر دو قارچ با افزایش مدت انکوباسیون اثر مهار کنندگی رشد را نشان دادند. در مقایسه با گروه شاهد ( بدون نانو فیبر)، رشد قارچ ها به وضوح و با توجه به وابستگی به غلظت نانو فیبر پلی آنیلین مهار شد. اندازه کلونی ها همان طور که در شکل ۳-۴۷ نشان داده شده است با افزایش غلظت نانو فیبر پلی آنیلین، کاهش می یابد، زیرا هنگامی که تحت تاثیر نانو فیبر پلی آنیلین قرار می گیرند دیواره سلولی و غشای سلولی به شدت آسیب می بیند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین قطر کلونی ها در جداول ۲۶ تا ۳۰ پیوست، و شکل های ۳-۴۸ تا ۳-۵۱ آورده شده است. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها نشان داد که درمان به طور قابل توجهی در سطح احتمال ( $P \leq 0.01$ ) از قطر کلونی تغییر کرده است.



(a)



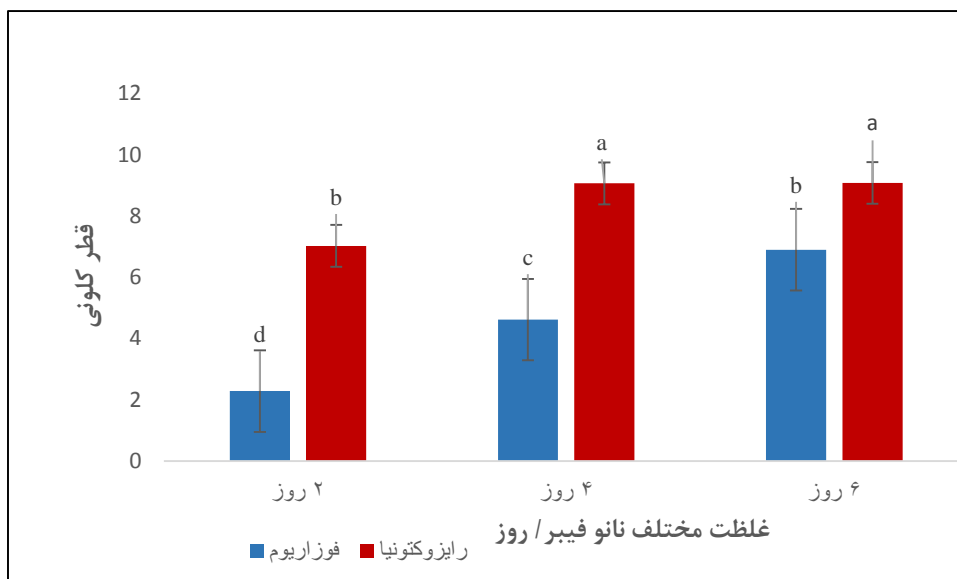
(b)

شکل ۳-۴۷: (a) قارچ فوزاریوم کرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت نانو فیبر PANI برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



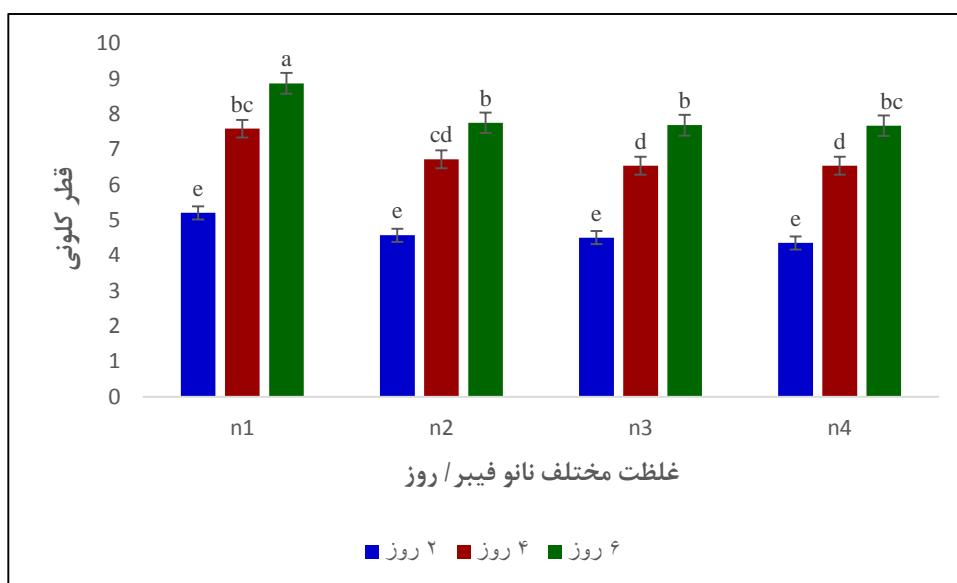
شکل ۳-۴۸: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI

با افزایش غلظت نانو فیبر میزان رشد قارچی کاهش نمی یابد.



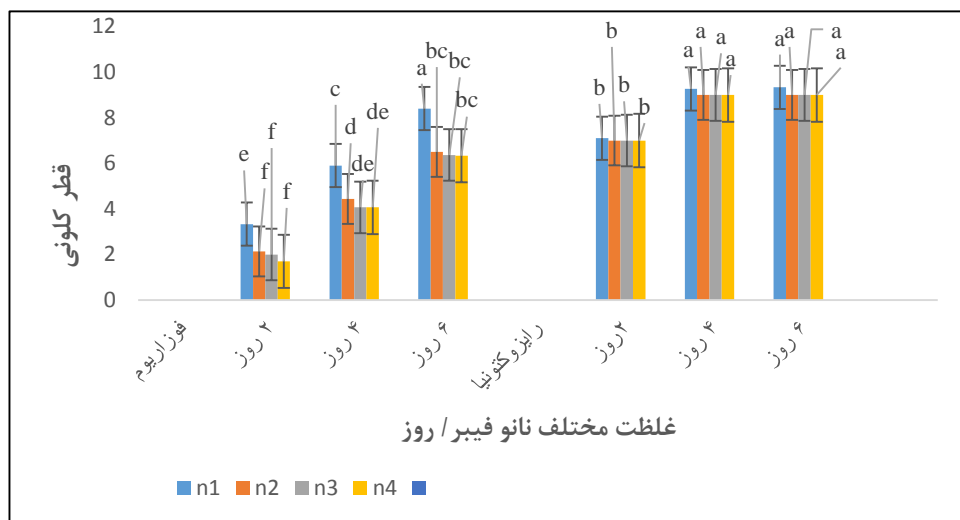
شکل ۳-۴۹: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI

همان گونه که مشاهده می گردد با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد قارچی افزایش می یابد، این میزان برای قارچ رایزوکتونیا بیشتر از فوزاریوم می باشد.



شکل ۳-۵۰: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI

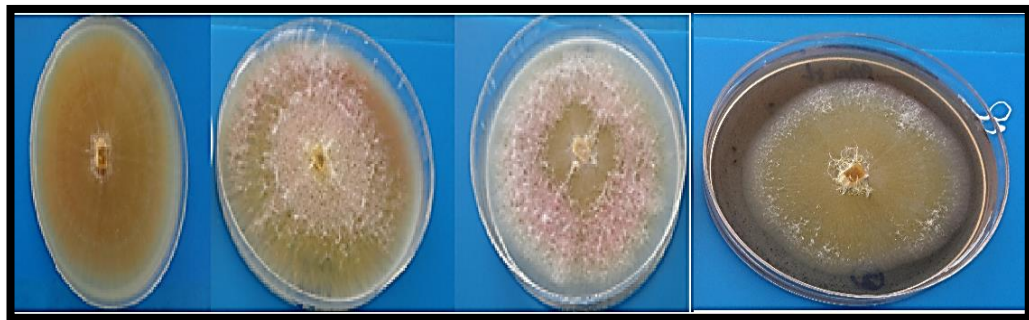
با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد برای سه سطح اول نانوفیبر افزایش می یابد.



شکل ۳-۵۱: مقایسه قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI در این قسمت نیز هر سه فاکتور رشد قارچی، نانو فیبر و زمان با هم مقایسه گردیده اند که تایید کننده مباحث قبل می باشد.

### ۳-۴-۲- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS

اثر مهار کنندگی PANI/AHS در غلظت های مختلف، شامل:  $0.02 \text{ mg.ml}^{-1}$ ،  $0.04 \text{ mg.ml}^{-1}$  و  $0.08 \text{ mg.ml}^{-1}$  در برابر قارچ های رایزوکتونیا سولانی و فوزاریوم گرامینه آروم، در طی دوره های مختلف انکوباسیون بررسی شد. رشد قارچی تحت تاثیر نانو فیبر مهار شد و هر دو قارچ با افزایش مدت انکوباسیون اثر مهار کنندگی رشد را نشان دادند. در مقایسه با گروه شاهد (بدون PANI/AHS)، رشد قارچ ها به وضوح و با توجه به وابستگی به غلظت PANI/AHS، مهار شد. اندازه کلونی ها همان طور که در شکل ۳-۵۲ نشان داده شده است با افزایش غلظت PANI/AHS، کاهش می یابد، زیرا هنگامی که تحت تاثیر PANI/AHS قرار می گیرند، دیواره سلولی و غشای سلولی به شدت آسیب می بیند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین قطر کلونی ها در جداول ۳۱ تا ۳۵ پیوست، و شکل های ۳-۵۳ تا ۳-۵۶ آورده شده است. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها نشان داد که درمان به طور قابل توجهی در سطح احتمال ( $P \leq 0.01$ ) از قطر کلونی تغییر کرده است.

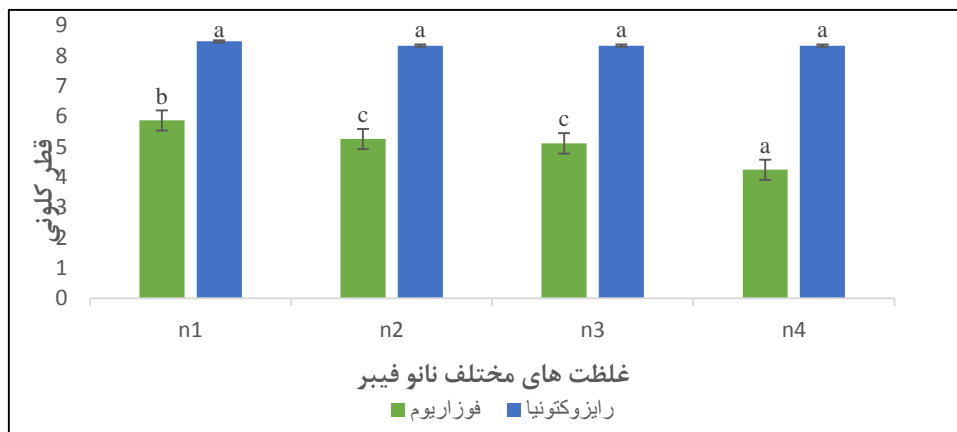


(a)



(b)

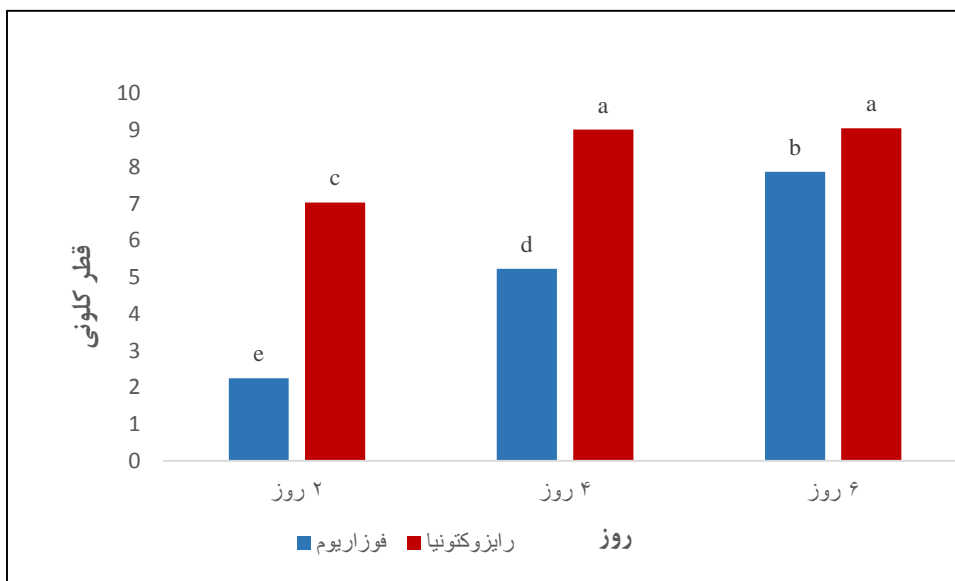
شکل ۳-۵۲: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت نانو فیبر PANI/AHS برای هر دو قارچ از چپ به راست به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



شکل ۳-۵۳: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

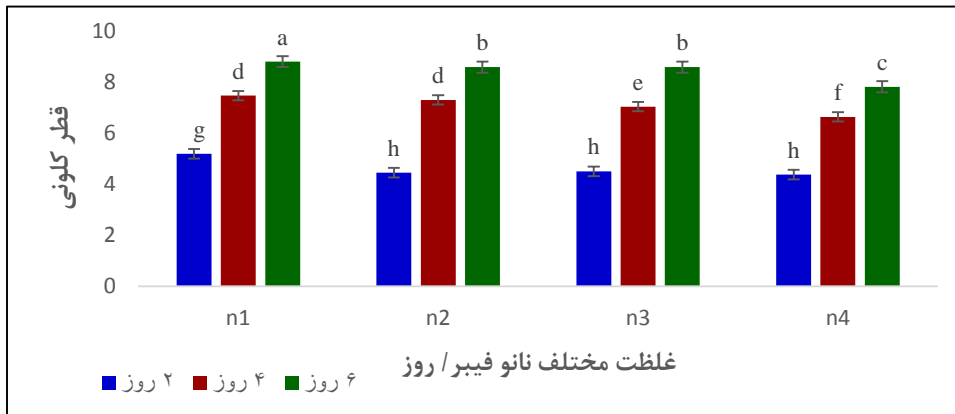
با افزایش غلظت PANI/AHS میزان رشد قارچی کاهش نمی یابد.





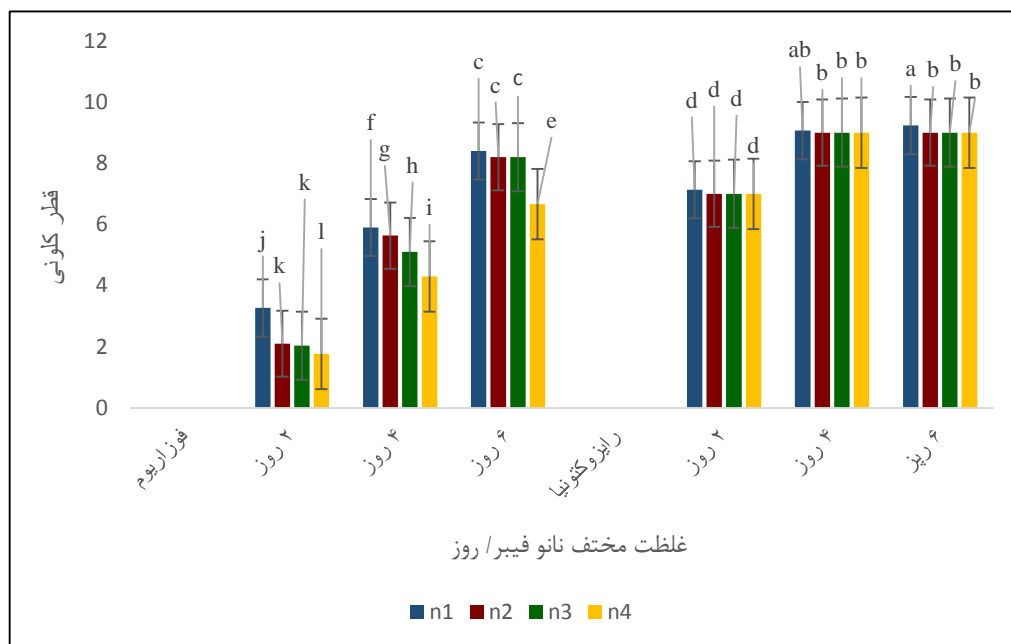
شکل ۳-۵۴: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

همان گونه که مشاهده می گردد با افزایش مدت انکوباسیون، میزان رشد قارچی افزایش می یابد، این میزان برای قارچ رایزوکتونیا بیشتر از فوزاریوم می باشد.



شکل ۳-۵۵: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد برای سه سطح اول PANI/AHS افزایش می یابد.



شکل ۳-۵۶: مقایسه قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

در این قسمت نیز هر سه فاکتور رشد قارچی، PANI/AHS و زمان با هم مقایسه گردیده اند که تایید کننده مباحث قبل می باشد.

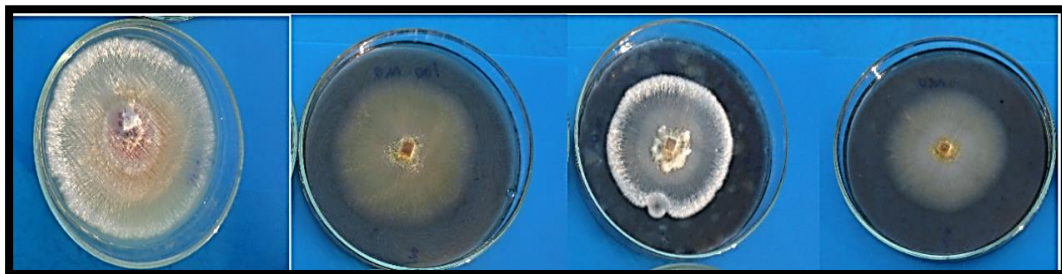
### ۳-۴-۳- بررسی فعالیت ضد قارچی کاتالیزور PANI/AHS/Mo

اثر مهار کنندگی کاتالیزور PANI/AHS/Mo در غلظت های مختلف، شامل:  $0.02 \text{ mg.ml}^{-1}$ ،  $0.06 \text{ mg.ml}^{-1}$  و  $0.18 \text{ mg.ml}^{-1}$  در برابر قارچ های ریزوکتونیا سولانی و فوزاریوم گرامینه آروم، در طی دوره های مختلف آنکوباسیون بررسی شد. رشد قارچی تحت تاثیر نانو کامپوزیت مولیبدن مهار شد و هر دو قارچ با افزایش مدت آنکوباسیون اثر مهار کنندگی رشد را نشان دادند. در مقایسه با گروه شاهد (بدون نانو کامپوزیت)، رشد قارچ ها به وضوح و با توجه به وابستگی به غلظت نانو کامپوزیت مولیبدن مهار شد. اندازه کلونی ها همان طور که در شکل ۳-۵۷ نشان داده شده است با افزایش غلظت نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo کاهش می یابد، زیرا هنگامی که تحت تاثیر نانو کامپوزیت قرار می گیرند دیواره سلولی و غشای سلولی به شدت آسیب می بیند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین قطر کلونی ها در جداول ۳۶ تا ۴۰ پیوست، و شکل های ۳-۵۸، تا ۳-۶۰

آورده شده است. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها نشان داد که درمان به طور قابل توجهی در سطح احتمال (  $P \leq 0.01$  ) از قطر کلونی تغییر کرده است.

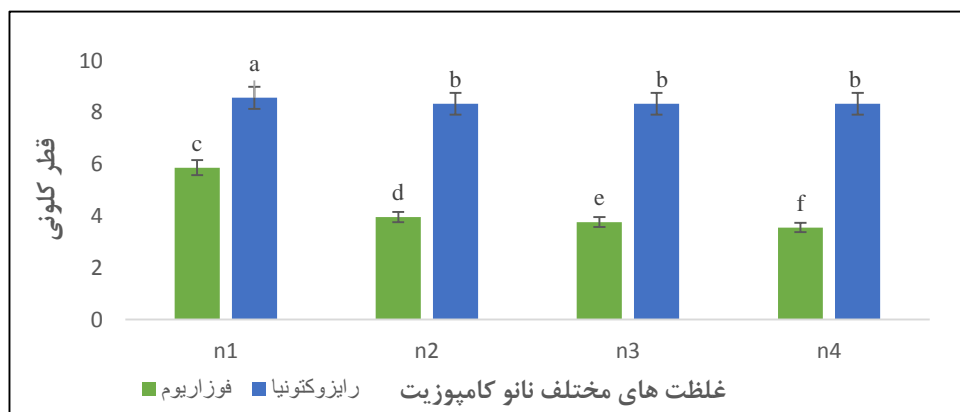


(a)



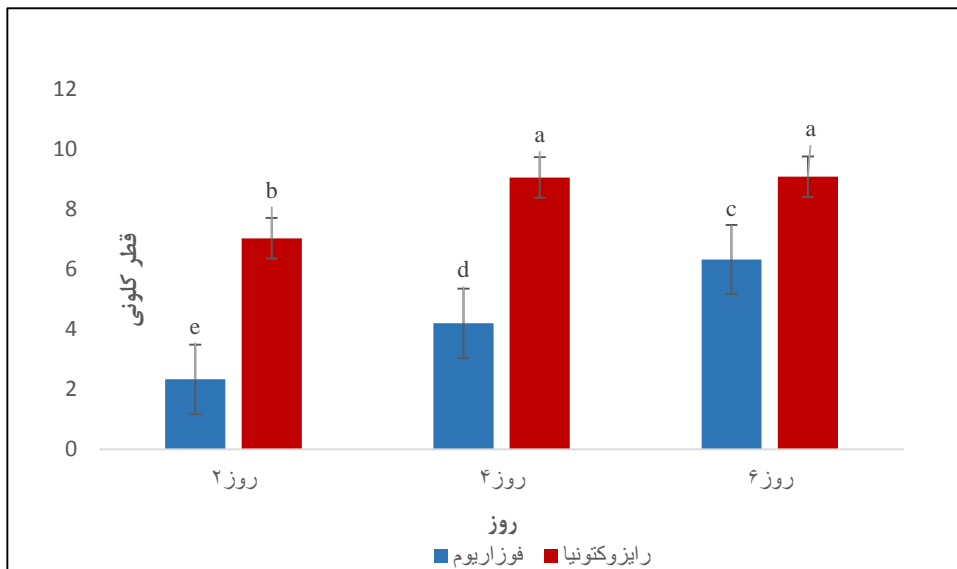
(b)

شکل ۳-۵۷: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت نانو کامپوزیت PANI/AHS/Mo از چپ به راست برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



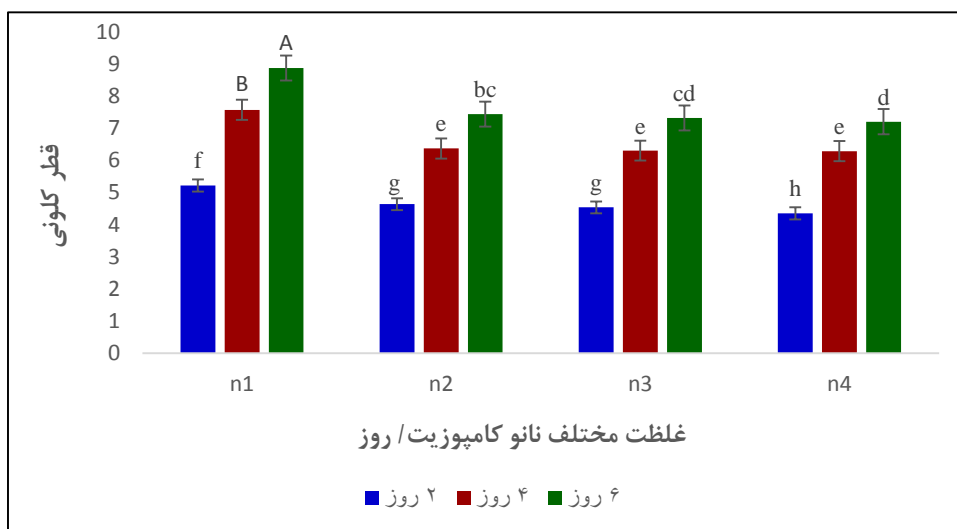
شکل ۳-۵۸: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

با افزایش غلظت نانو کامپوزیت میزان رشد قارچی کاهش نمی یابد.



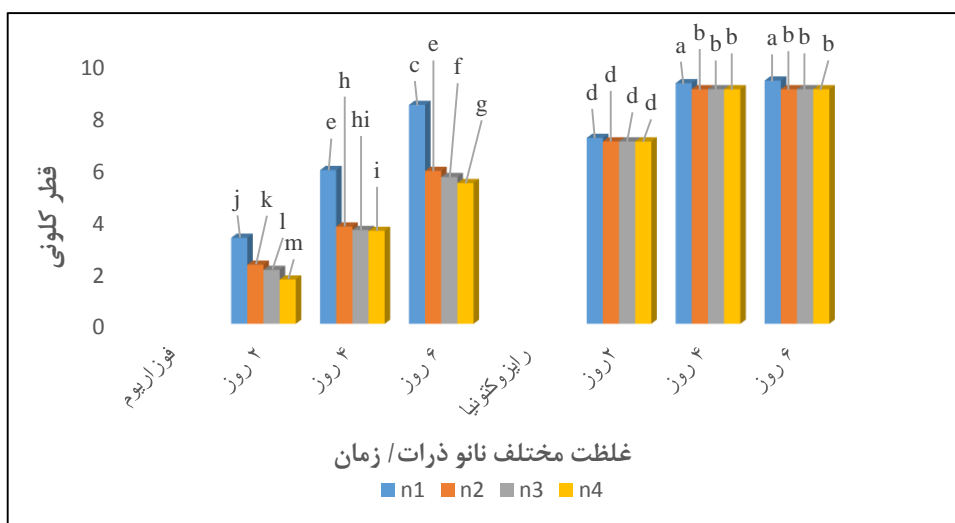
شکل ۳-۵۹: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

همان گونه که مشاهده می گردد با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد قارچی افزایش می یابد، این میزان برای قارچ ر ایزوتونیا بیشتر از فوزاریوم می باشد.



شکل ۳-۶۰: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد برای سه سطح اول نانو کامپوزیت افزایش می یابد.



شکل ۳-۶۱: مقایسه قطر کلونی ها در سه فاکتور A, B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

در این قسمت نیز هر سه فاکتور رشد قارچی، نانو ذره و زمان با هم مقایسه گردیده اند که تایید کننده مباحث قبل می باشد.

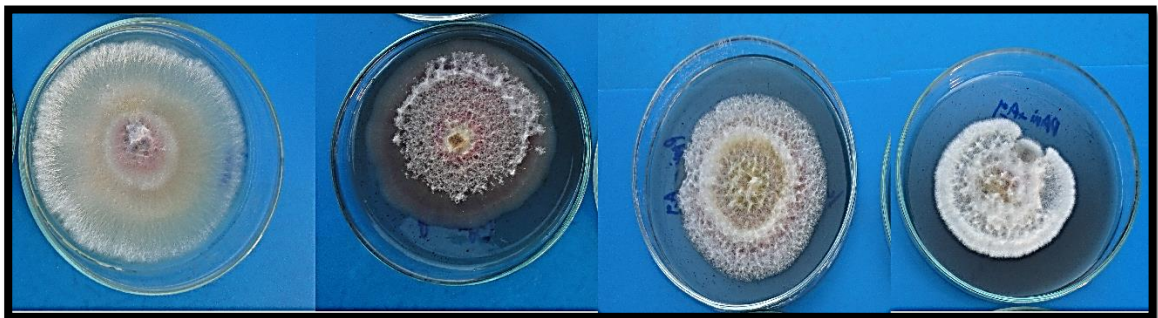
### ۳-۴-۴- بررسی فعالیت ضد قارچی PANI/AHS/Ag

اثر مهار کنندگی کاتالیزگر PANI/AHS/Ag در غلظت های مختلف، شامل:  $0.02 \text{ mg.ml}^{-1}$ ،  $0.06 \text{ mg.ml}^{-1}$  و  $0.18 \text{ mg.ml}^{-1}$  در برابر قارچ های رایزوکتونیا سولانی و فوزاریوم گرامینه آروم، در طی دوره های مختلف آنکوباسیون بررسی شد. رشد قارچی به طور کامل تحت تاثیر نقره مهار شد و هر دو قارچ با افزایش مدت آنکوباسیون اثر مهار کنندگی رشد را نشان دادند. در مقایسه با گروه شاهد (بدون نانوذره)، رشد قارچ ها به وضوح و با توجه به وابستگی به غلظت نانو ذرات نقره مهار شد. اندازه کلونی ها همان طور که در شکل ۳-۶۲ نشان داده شده است با افزایش غلظت نانو ذرات PANI/AHS/Ag کاهش می یابد، زیرا هنگامی که تحت تاثیر نانو ذرات نقره قرار می گیرند دیواره سلولی و غشای سلولی به شدت آسیب می بیند. نانوذرات با مهار رشد هیف قارچ<sup>۱</sup> و جوانه زنی کنیدی<sup>۲</sup>، باعث کنترل بیماری زایی میشوند. هنگامی که غلظت نانو ذرات نقره بیشتر از  $0.02 \text{ mg.ml}^{-1}$  باشد،

<sup>1</sup> Fungal hyphae

<sup>2</sup> Germination Kennedy

هیچ کلونی در صفحات رشد نمی‌کند. هنگامی که غلظت کمتر از  $0.002 \text{ mg.ml}^{-1}$  باشد نانو ذرات هیچ گونه اثر مهار کنندگی نشان نمی‌دهند. تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین قطر کلونی‌ها در جداول ۴۱ تا ۴۵ پیوست، و شکل‌های ۳-۶۳ تا ۳-۶۶ آورده شده است. تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که درمان به طور قابل توجهی در سطح احتمال ( $P \leq 0.01$ ) از قطر کلونی تغییر کرده است.

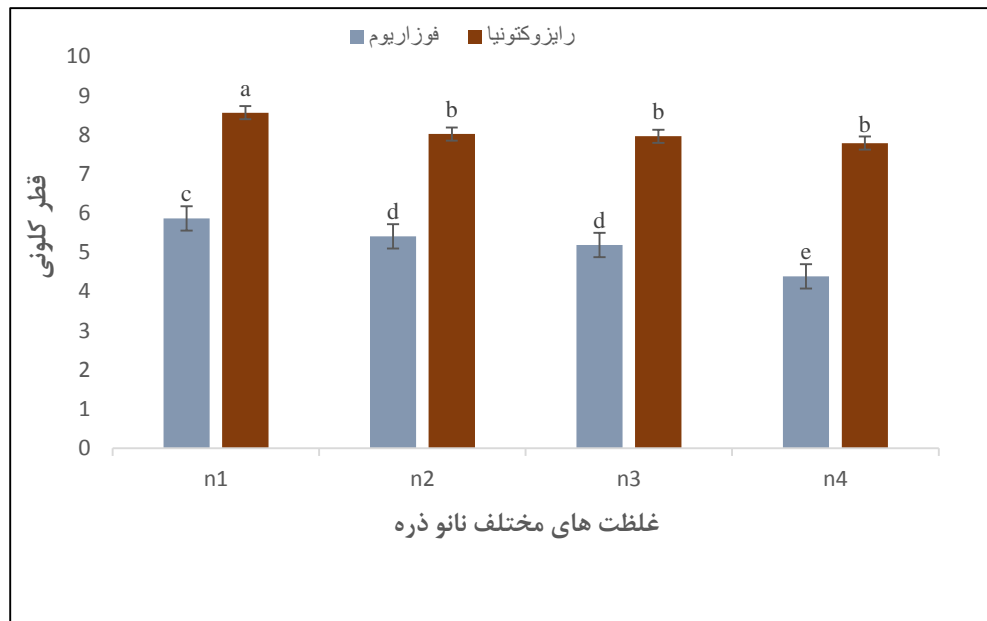


(a)



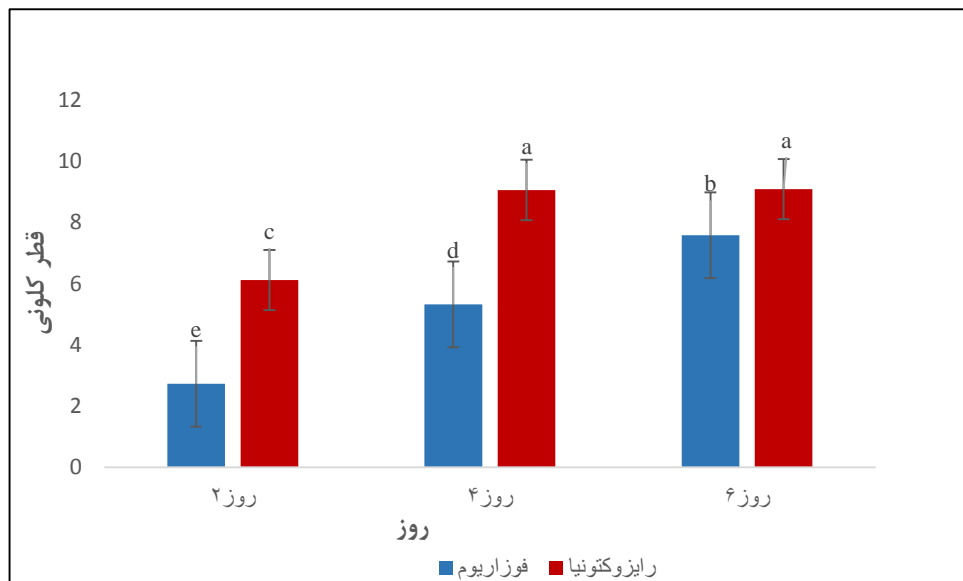
(b)

شکل ۳-۶۲: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت نانو ذرات PANI/AHS/Ag از چپ به راست برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می‌باشد.



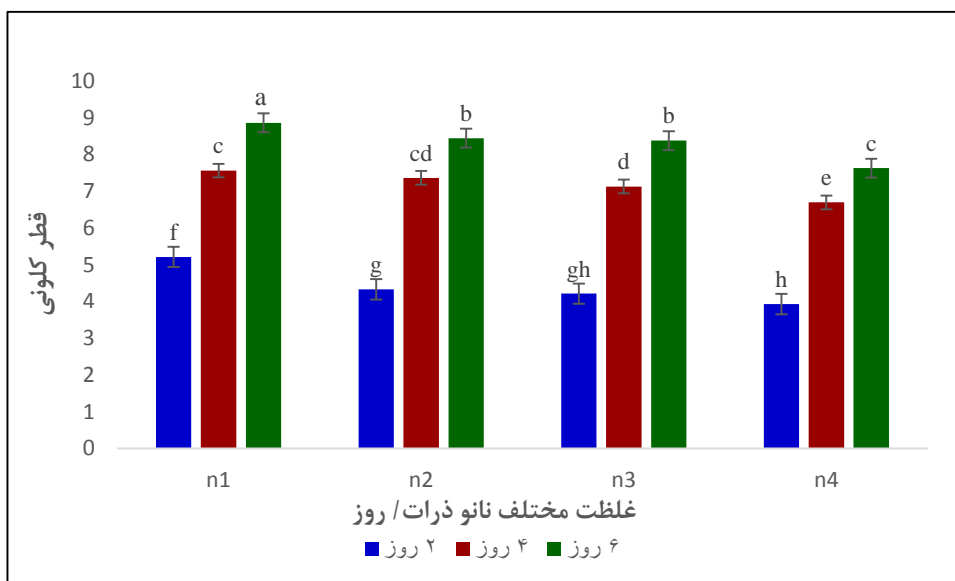
شکل ۳-۶۳: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

با افزایش غلظت نانو ذره میزان رشد قارچ کاهش چندانی نمی یابد.



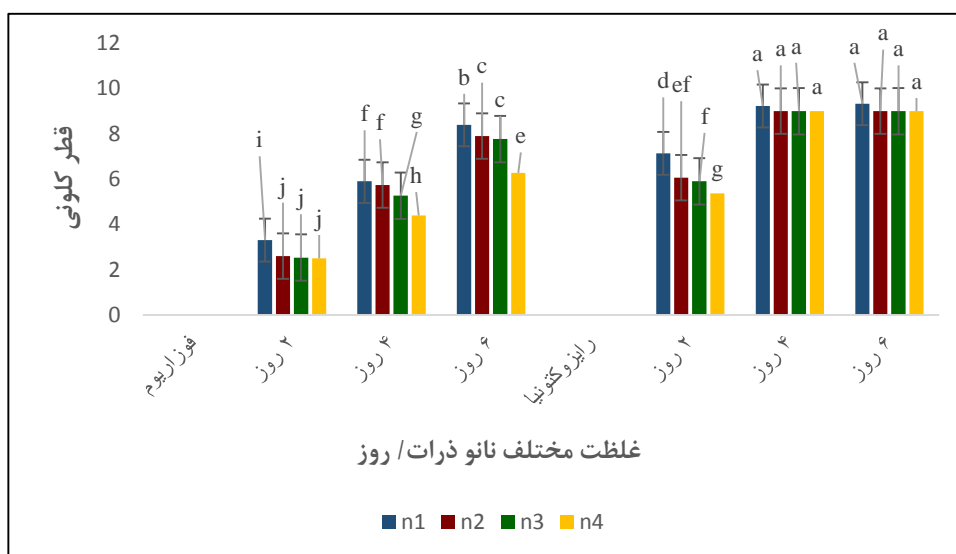
شکل ۳-۶۴: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

همان گونه که مشاهده می گردد با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد قارچی افزایش می یابد، این میزان برای قارچ رایزوکتونیا بیشتر از فوزاریوم می باشد.



شکل ۳-۶۵: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد برای سه سطح اول و دوم وسوم ذره افزایش می یابد.



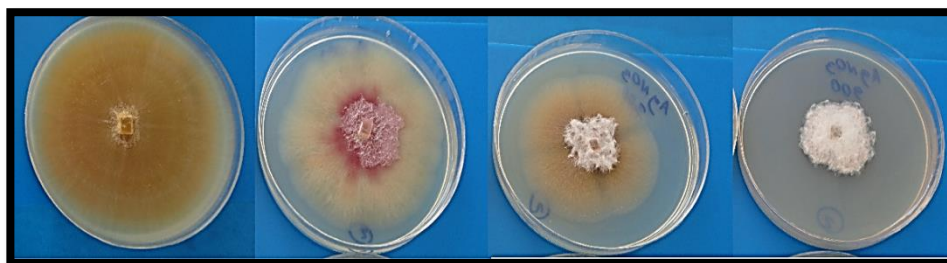
شکل ۳-۶۶: مقایسه قطر کلونی ها در سه فاکتور A, B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

در این قسمت نیز هر سه فاکتور رشد قارچی، نانو ذره و زمان با هم مقایسه گردیده اند که تایید کننده مباحث قبل می باشد.

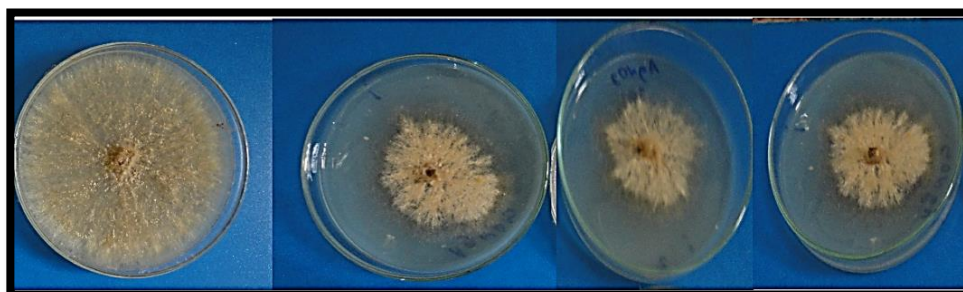


### ۳-۴-۵- بررسی فعالیت ضد قارچی $AgNO_3$

اثر مهار کنندگی  $AgNO_3$  در غلظت های مختلف، شامل:  $0.02 mg.ml^{-1}$ ،  $0.06 mg.ml^{-1}$  و  $0.18 mg.ml^{-1}$  در برابر قارچ های رایزوکتونیا سولانی و فوزاریوم گرامینه آروم، در طی دوره های مختلف انکوباسیون بررسی شد. رشد قارچی تحت تاثیر نقره مهار شد و هر دو قارچ با افزایش مدت انکوباسیون اثر مهار کنندگی رشد را نشان دادند. در مقایسه با گروه شاهد ( بدون ذرات نقره)، رشد قارچ ها به وضوح و با توجه به وابستگی به غلظت ذرات نقره مهار شد. اندازه کلونی ها همان طور که در شکل ۳-۶۷ نشان داده شده است با افزایش غلظت ذرات نقره کاهش می یابد، زیرا هنگامی که تحت تاثیر ذرات نقره قرار می گیرند دیواره سلولی و غشای سلولی به شدت آسیب می بیند. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها و مقایسه میانگین قطر کلونی ها در جداول ۴۶ تا ۵۰ پیوست، و شکل های ۳-۶۸ تا ۳-۷۱ آورده شده است. تجزیه و تحلیل واریانس داده ها نشان داد که درمان به طور قابل توجهی در سطح احتمال ( $P \leq 0.01$ ) از قطر کلونی تغییر کرده است.

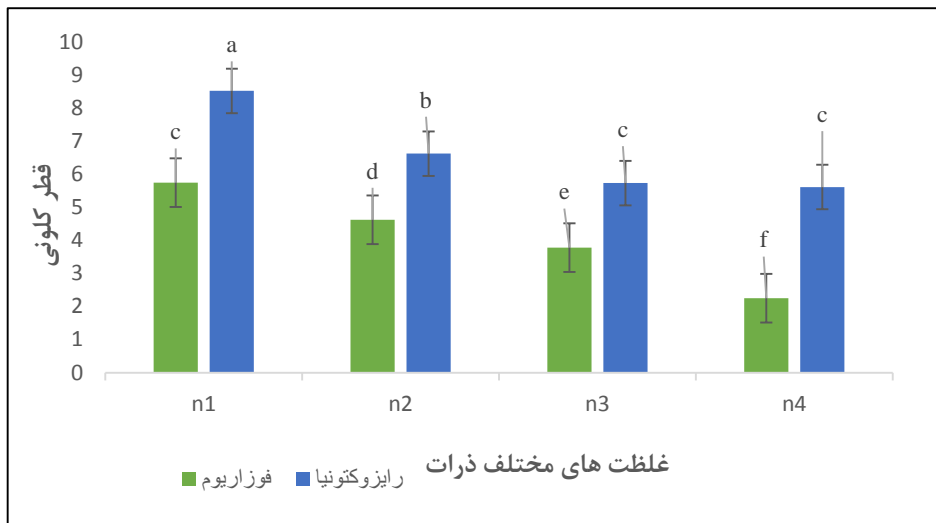


(a)



(b)

شکل ۳-۶۷: (a) قارچ فوزاریوم گرامینه آروم و (b) قارچ رایزوکتونیا سولانی. غلظت ذرات  $AgNO_3$  برای هر دو قارچ به ترتیب شامل ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد.



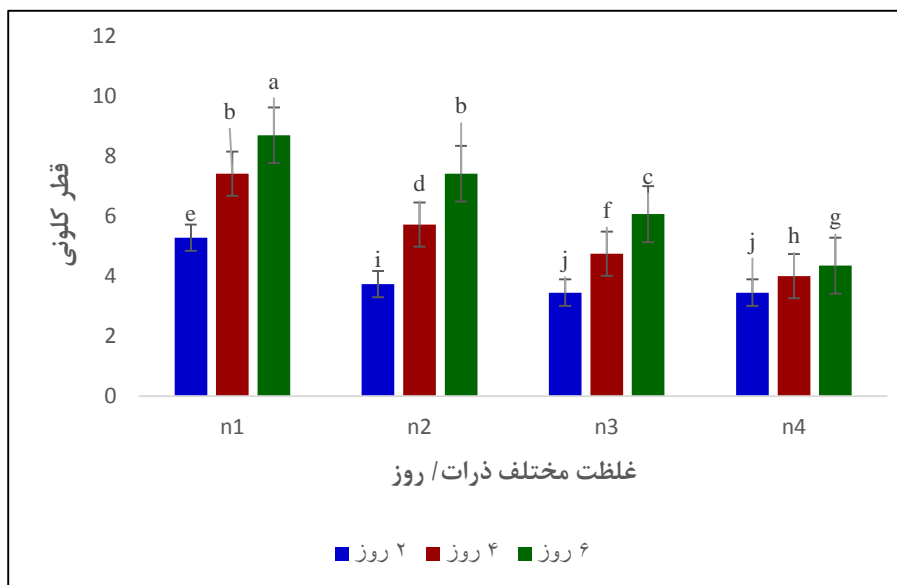
شکل ۳-۶۸: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

با افزایش غلظت ذرات نقره میزان رشد قارچی کمی کاهش می یابد به طوری که در سطح چهارم این میزان کاهش رشد بیشتر از سطح اول و سطح دوم و سطح سوم می باشد.



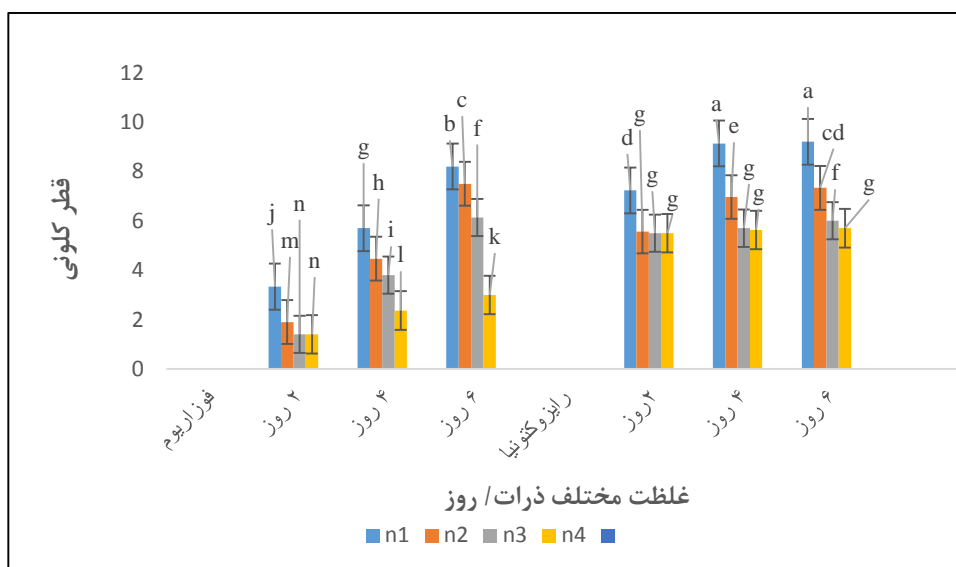
شکل ۳-۶۹: مقایسه قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

همان گونه که مشاهده می گردد با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد قارچی افزایش می یابد، این میزان برای قارچ ریزوتونیا بیشتر از فوزاریوم می باشد.



شکل ۳-۷۰: قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

با افزایش مدت انکوباسیون میزان رشد برای سه سطح اول ذرات نقره افزایش می یابد.



شکل ۳-۷۱: مقایسه قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

در این قسمت نیز هر سه فاکتور رشد قارچی، ذرات نقره و زمان با هم مقایسه گردیده اند که تایید کننده مباحث قبل می باشد.

### ۳-۴-۶- مقایسه فعالیت ضد قارچی ترکیبات PANI/AHS/Mo ،

### AgNO<sub>3</sub> و PANI ، PANI/AHS ، PANI/AHS/Ag

با توجه به جدول ۳-۱۲، حداکثر اثر مهار کنندگی مربوط به ذرات AgNO<sub>3</sub> و در غلظت (μg/ml) ۹۰۰ بوده و میزان مهار کنندگی آن بر روی قارچ فوزاریوم گرامینه آروم کمی بیشتر از قارچ سودوموناس سرینگه بوده است. مهار کنندگی AgNO<sub>3</sub>، برای هر کدام از قارچ‌های مذکور به ترتیب، ۶۳/۴۱٪ و ۳۸/۰۴٪، PANI/AHS/Mo ، ۳۵/۷۱٪ و ۳/۵۶٪، PANI/AHS ، ۲۰/۶۳٪ و ۲/۵۲٪، PANI ، ۲۴/۶۰٪ و ۳/۵۶٪، PANI/AHS/Ag ، ۲۵/۳۹٪ و ۳/۵۶٪ می باشد. بنابراین ترکیب PANI/AHS/Ag علیه باکتری‌ها و قارچ‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر، موثر بودند و نتایج کنترل خوبی از خود نشان می دهد که نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج سایر محققان هم خوانی دارد.

جدول ۳-۱۲: درصد مهار رشد قارچ‌های فوزاریوم گرامینه آروم و رایزوکتونیا سولانی در غلظت‌های ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر، از هر یک از ترکیبات PANI/AHS، PANI/AHS/Mo، PANI/AHS/Ag و PANI و AgNO<sub>3</sub>.

رایزوکتونیا سولانی	درصد مهار رشد	PANI/AHS/MO	۳/۵۶	۳/۵۶	۳/۵۶
		PANI/AHS/Ag	۳/۵۶	۳/۵۶	۳/۵۶
		PANI/AHS	۲/۵۲	۲/۵۲	۲/۵۲
		PANI	۳/۵۶	۳/۵۶	۳/۵۶
		AgNO <sub>3</sub>	۲۰/۲۹	۳۴/۷۸	۳۸/۰۴
فوزاریوم گرامینه آروم		PANI/AHS/MO	۳۰/۱۵	۳۲/۹۴	۳۵/۷۱
		PANI/AHS/Ag	۵/۹۵	۷/۵۳	۲۵/۳۹
		PANI/AHS	۲/۳۸	۲/۳۸	۲۰/۶۳
		PANI	۲۲/۶۱	۲۴/۲۰	۲۴/۶۰
		AgNO <sub>3</sub>	۸/۵۳	۲۵/۲۰	۶۳/۴۱
			۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰
			غلظت (µg/ml)		

### ۳-۵- آینده نگری

- بررسی واکنش های اکسیداسیون و هیدروژناسیون سایر ترکیبات آلی مانند آلکیل هالیدها، الکل-ها و آلکین-ها بوسیله سیستم کاتالیزوری PANI/AHS/Mo
- سنتز فوتوکاتالیزورهایی بر سیستم کاتالیزوری PANI/AHS/Ag و بررسی کارایی آن ها در فرآیند تخریب رنگهایی مانند متیلن بلو
- تثبیت سایر کمپلکس های فلزی مانند  $VO(acac)_2$  بر روی بستر پلی آنیلین و بررسی خواص کاتالیزوری آن ها در فرآیند های اپوکسایش
- استفاده از نانو نقره در کنترل بیماری های مهم گیاهی مانند بیماری های خاکزاد نظیر پژمردگی های فوزاریومی در شرایط تحت کنترل و آزمایشگاه و گلخانه
- بررسی اثرات زیست محیطی کامپوزیت تهیه شده

## محاسبات

محاسبه اندازه ذرات به کمک معادله شرر:

$$D = k\lambda / (B_M - B_S) \cos \theta$$

D: اندازه متوسط کریستالیت (بر حسب نانومتر)، k: ضریب شکل بلور (۰/۸۹)، λ: طول موج تیوب تولید

کننده پرتو ایکس (بر حسب نانومتر) (اگر از تشعشع  $k\alpha$  مس استفاده شده باشد، ۰/۱۵۴ نانومتر)، B:

پهنای پیک در نصف ارتفاع بیشینه (FWHM)، θ: زاویه تابش پراش (بر حسب درجه) می باشند. در

رابطه شرر k و  $\cos\theta$  بدون دیمانسیون هستند و دیمانسیون B، λ و D نیز باید از یک جنس (واحد طول)

باشد. برای تبدیل دیمانسیون B از درجه به واحد طول (رادیان) از فرمول زیر استفاده می شود:

$$\frac{B \times 2 \times 3.1416}{360}$$

$$2\theta = 38.133, B_M = 0.444, B_S = 0.253$$

نانو ذره PANI/AHS/Ag:

$$\frac{0.89 \times 0.154}{0.003333 \times \cos 19.06} = 43 \text{nm}$$





---

مرآة

[1] Yamadaya, S, Oba, M. Hasegawa, T. Ogawa, K. Kotera, Y. "The mechanical strength of heterogeneous catalyst: I. The tensile strength of pelletized alumina catalysts." *Journal of Catalysis* 19 (1970): 264-270.

[2] Thomas, Charles La Mar. "Catalytic processes and proven catalysts. Van C. L. New York-London: Academia press, " (1970) XIII, 284S, 19 Tab, geb.

[3] Delmon, B. "Preparation of heterogeneous catalysts: synthesis of highly dispersed solids and their reactivity." *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 90 (2007): 49-65.

[4] Pérez-Cadenas, M, Lemus-Yegres, L.J. Roman-Martinez, M.C. Salinas-Martinez de Lecea, C. "Immobilization of a Rh complex derived from the Wilkinson's catalyst on activated carbon and carbon nanotubes." *Applied Catalysis A: General* 402 (2011): 132-138.

[5] جی باند " کاتالیزورهای ناهمگن ". ترجمه دکتر محمد حسین پیروی و مهندس ایرج ناصری. شهید بهشتی. چاپ اول. ۱۳۷۵.

[6] شرانلو، ح. (۱۳۷۶)، پایان نامه ارشد. دانشکده شیمی، دانشگاه شهید بهشتی.

[7] C.A. McNamara, M. J. Dioxan, M. Bradley. *Chemical. Review.* 102 (2002): 3275-3300.

[8] Lundgren, S. Lutsenko, S. JoInsson, Ch., and Moberg, Christina. "Polymer-supported pyridine-bis (oxazoline). Application to ytterbium-catalyzed silylcyanation of benzaldehyde." *Organic letters* 5 (2003): 3663-3665.

[9] Wang, Yue. Henry D. Tran, Lei Liao, Xiangfeng Duan, and Richard B. Kaner "Nanoscale morphology, dimensional control, and electrical properties of oligoanilines." *Journal of the American Chemical Society* 132 (2010): 10365-10373.

[10] Kim, Seok, Jang Myoun Ko, and In Jae Chung. "Electrical conductivity change of polyaniline–dodecyl benzene sulfonic acid complex with temperature." *Polymers for Advanced Technologies* 7 (1996): 599-603.

- [11] Niziol, Jacek. Sniechowski, Maciek. Podraza-Guba, Anna. Pielichowski, Jan. "Alternative oxidizers in polyaniline synthesis." *Polymer Bulletin* 66 (2011): 761-770.
- [12] Olad, Ali, and Azam Rashidzadeh. "Preparation and anticorrosive properties of PANI/Na-MMT and PANI/O-MMT nanocomposites." *Progress in Organic Coatings* 62 (2008): 293-298.
- [13] Ryu, Kwang Sun. Man Kim, Kwang. Kang, Seong-Gu. Lee, Gye Joong. Joo , Jinsoo. Ho Chang, Soon. "Electrochemical and physical characterization of lithium ionic salt doped polyaniline as a polymer electrode of lithium secondary battery." *Synthetic Metals* 110 (2000): 213-217.
- [14] Nakajima, T., and T. Kawagoe. "Polyaniline: Structural analysis and application for battery." *Synthetic Metals* 28 (1989): 629-638.
- [15] Qiao, Yan. Bao, Shu-Juan. Li, Chang Ming. Bao, Qiao-Liang "Carbon nanotube/polyaniline composite as anode material for microbial fuel cells." *Journal of Power Sources* 170 (2007): 79-84.
- [16] Chen, Jiazang. Li, Bo. Zhenga, Jianfeng. Zhaoa, Jianghong. Jing, Huanwang. Zhua, Zhenping. "Polyaniline nanofiber/carbon film as flexible counter electrodes in platinum-free dye-sensitized solar cells." *Electrochimica Acta* 56 (2011): 4624-4630.
- [17] Olad, Ali, Mohammad Barati, and Hamidreza Shirmohammadi. "Conductivity and anticorrosion performance of polyaniline/zinc composites: investigation of zinc particle size and distribution effect." *Progress in Organic Coatings* 72 (2011): 599-604.
- [18] Lin, Peng, and Feng Yan. "Organic Thin-Film Transistors for Chemical and Biological Sensing." *Advanced materials* 24 (2012): 34-51.
- [19] Tran, Henry D. Norris, Ian. M. D'Arcy, Julio. Tsang, Hamilton. Wang, Yue. Mattes, Benjamin R. and Kaner, Richard B. "Substituted polyaniline nanofibers produced via rapid initiated polymerization." *Macromolecules* 41 (2008): 7405-7410.
- [20] Ginic-Markovic, Milena. Matisons, Janis. G. Cervini, Raoul. Simon, George P. and Fredericks, Peter M. "Synthesis of new polyaniline/nanotube composites using ultrasonically initiated emulsion polymerization." *Chemistry of materials* 18 (2006): 6258-6265.
- [21] Cho, Jun-Sang. Sato, Saya. Takeoka, Shinji. and Tsuchida, Eishun. "Synthesis of disulfide-containing aniline and copolymerization with aniline." *Macromolecules* 34 (2001): 2751-2756.

- [22] Chiou, Nan-Rong, and Arthur J. Epstein. "A simple approach to control the growth of polyaniline nanofibers." *Synthetic Metals* 153 (2005): 69-72.
- [23] Huang, Jiaying, and Richard B. Kaner. "Nanofiber formation in the chemical polymerization of aniline: a mechanistic study." *Angewandte Chemie* 116 (2004): 5941-5945.
- [24] Mathew, Raji. Yang, Dali. Mattes, Benjamin R. and Espe, Matthew P. "Effect of elevated temperature on the reactivity and structure of polyaniline." *Macromolecules* 35 (2002): 7575-7581.
- [25] Young, Tanya L. . Espe, Matthew P. "Application of solid-state NMR to characterize the interaction of gel inhibitors with emeraldine base polyaniline." *Macromolecules* 35 (2002): 5565-5569.
- [26] Hopkins, Alan R., and John R. Reynolds. "Crystallization driven formation of conducting polymer networks in polymer blends." *Macromolecules* 33 (2000): 5221-5226.
- [27] Nguyen, My T, Kasai, Paul. Miller, James L. and Diaz, Arthur F. "Synthesis and properties of novel water-soluble conducting polyaniline copolymers." *Macromolecules* 27 (1994): 3625-3631.
- [28] Moon, Hyuk-Soo, and Jung-Ki Park. "Synthesis and spectroscopic characterization of the copolymers of aniline and aniline derivatives with poly (ethylene oxide) chains at the 3-position." *Macromolecules* 31 (1998): 6461-6468.
- [29] Kilty, P. A and W. M. H. Sachtler. "The mechanism of the selective oxidation of ethylene to ethylene oxide." *Catalysis Reviews Science and Engineering* 10 (1974): 1-16.
- [30] Milas, Nicholas A. "The Hydroxylation of Unsaturated Substances. III. The Use of Vanadium Pentoxide and Chromium Trioxide as Catalysts of Hydroxylation." *Journal of the American Chemical Society* 59 (1937): 2342-2344.
- [31] Hawkins, E. G. E. "446. Reactions of organic peroxides. Part II. Reactions of  $\alpha$ -dimethylbenzyl hydroperoxide ("iso propylbenzene hydroperoxide")." *Journal of the Chemical Society (Resumed)* (1950): 2169-2173.
- [32] Siddiqui, Salimuzzaman. Siddiqui, Bina Shaheen. Adil, Qayyum. Begum Sabira. "Prolonged treatment of acetylmethyl ursolic acid with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/acetic acid—A facile one-pot synthesis of 15 $\alpha$ -hydroxy analogue." *Tetrahedron* 46 (1990): 3569-3580..
- [33] Sheldon, R. A. "Synthetic and mechanistic aspects of metal-catalysed epoxidations with hydroperoxides." *Journal of Molecular Catalysis* 7 (1980): 107-126.

- [34] Brito, José Angel. Teruel, Helena. Massoud, St'ephane and G'omez, Montserrat. "95Mo NMR: a useful tool for structural studies in solution." *Magnetic Resonance in Chemistry* 47 (2009): 573-577.
- [35] Petica, A. Gavrilu, S. Lungua, M. Burunteaa, N. Panzarub, C. "Colloidal silver solutions with antimicrobial properties." *Materials Science and Engineering: B* 152 (2008): 22-27.
- [36] Filley, Timothy R. Blanchette, Robert A. Simpson, Elizabeth and Fogel, Marilyn L. "Nitrogen cycling by wood decomposing soft-rot fungi in the "King Midas tomb," Gordion, Turkey." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (2001): 13346-13350.
- [37] Damm, Cornelia, Helmut Münstedt, and Alfons Rösch. "The antimicrobial efficacy of polyamide 6/silver-nano-and microcomposites." *Materials Chemistry and Physics* 108 (2008): 61-66.
- [38] Marambio-Jones, Catalina, and Eric MV Hoek. "A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment." *Journal of Nanoparticle Research* 12 (2010): 1531-1551.
- [39] Waldron, Kevin J., and Nigel J. Robinson. "How do bacterial cells ensure that metalloproteins get the correct metal?." *Nature Reviews Microbiology* 7 (2009): 25-35.
- [40] Macomber, Lee, Christopher Rensing, and James A. Imlay. "Intracellular copper does not catalyze the formation of oxidative DNA damage in Escherichia coli." *Journal of bacteriology* 189 (2007): 1616-1626.
- [41] Rai, Mahendra, Alka Yadav, and Aniket Gade. "Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials." *Biotechnology advances* 27 (2009): 76-83.
- [42] Prasad, Ram, Vivek Kumar, and Kumar Suranjit Prasad. "Nanotechnology in sustainable agriculture: present concerns and future aspects." *African Journal of Biotechnology* 13 (2014): 705-713.
- [43] اگریوس ج، (۱۳۸۹) "بیماری شناسی گیاهی" جلد سوم، ایزد پناه ک، اشکان م، بنی هاشمی ض، رحیمیان ح، میناسیان و، چاپ اول، انتشارات آییژ، تهران، ص ۷۴۳-۷۳۸.
- [44] Allen, C. S., et al. "Monitoring bacterial growth using tunable resistive pulse sensing with a pore-based technique." *Applied microbiology and biotechnology* 98 (2014): 855-862.
- [45] Madigan, M., and J. Martinko. "Brock Biology of Microorganisms, Prentice Hall,

Upper Saddle River, NJ, USA 11th edn." (2005): 149-152.

[46] Green, David H., et al. "Characterization of Two Bacillus Probiotics." *Applied and environmental microbiology* 65 (1999): 4288-4291.

[47] مهدی‌نژاد گل‌ختمی ف، (۱۳۹۴)، پایان نامه ارشد، دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

[48] اگریوس ج، (۱۳۸۹) "بیماری شناسی گیاهی" جلد دوم، ایزد پناه ک، اشکان م، بنی هاشمی ض، رحیمیان ح، میناسیان و، چاپ اول، انتشارات آبیژ، تهران، ص ۶۶۲-۶۵۹.

[49] Bai, Guihua, and Gregory Shaner. "Management and resistance in wheat and barley to Fusarium head blight 1." *Annu. Rev. Phytopathol.* 42 (2004): 135-161.

[50] Bischof, Melanie, Ruth Eichmann, and Ralph Hüchelhoven. "Pathogenesis-associated transcriptional patterns in Triticeae." *Journal of plant physiology* 168 (2011): 9-19.

[51] Goswami, Rubella S., and H. Corby Kistler. "Heading for disaster: Fusarium graminearum on cereal crops." *Molecular plant pathology* 5 (2004): 515-525.

[52] Jenkinson, P., and D. W. Parry. "Splash dispersal of conidia of Fusarium culmorum and Fusarium avenaceum." *Mycological Research* 98 (1994): 506-510.

[53] Xiao, Jin. Jin, Xiahong. Jia, Xinping. Wang, Haiyan. Cao1, Aizhong. Zhao, Weiping. Pei1, Haiyan. Xue, Zhaokun. He1, Liqiang. Chen, Qiguang. and Wang, Xiue. "Transcriptome-based discovery of pathways and genes related to resistance against Fusarium head blight in wheat landrace Wangshuibai." *BMC genomics* 14 (2013): 1.

[54] Grivani, Gholamhossein, Shahram Tangestaninejad, and Akbar Halili. "A readily prepared, highly reusable and active polymer-supported molybdenum carbonyl Schiff base complex as epoxidation catalyst." *Inorganic Chemistry Communications* 10 (2007): 914-917.

[55] Sherrington, D. C. "Polymer-supported metal complex alkene epoxidation catalysts." *Catalysis Today* 57 (2000): 87-104.

[56] Tangestaninejad, Shahram. Moghadam, Majid. Mirkhani, Valiollah. Mohammadpoor-Baltork, Iraj. Toriki, Maryam. "Preparation and characterization of molybdenum hexacarbonyl encapsulated in polystyrene and its application as an efficient and reusable catalyst for epoxidation of alkenes with tert-BuOOH." *Comptes Rendus Chimie* 14 (2011): 604-610.

- [57] Kooti, M. Gharineha, S. Mehrkhaha, M. Shakera, A. and Motamedi, H. "Preparation and antibacterial activity of  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{Ag}$  composite impregnated with streptomycin." *Chemical Engineering Journal* 259 (2015): 34-42.
- [58] Kooti, M., P. Kharazi, and H. Motamedi. "Preparation and Antibacterial Activity of Three-component  $\text{NiFe}_2\text{O}_4@ \text{PANI}@ \text{Ag}$  Nanocomposite." *Journal of Materials Science & Technology* 30 (2014): 656-660.
- [59] Cho, Kyung-Hwan. Park, Jong-Eun. Osaka, Tetsuy. Park, Soo-Gil. "The study of antimicrobial activity and preservative effects of nanosilver ingredient." *Electrochimica Acta* 51 (2005): 956-960.
- [60] Xia, Zhi-Kuan. Ma, Qiu-Hua. Li, Shu-Yi. Zhang, De-Quan. Cong, Lin. Tian, Yan-Li. Yang, Rong-Ya. "The antifungal effect of silver nanoparticles on *Trichosporon asahii*." *Journal of Microbiology, Immunology and Infection* (2014).
- [61] Mahato, Neelima, Nazish Parveen, and Moo Hwan Cho. "Synthesis of highly crystalline polyaniline nanoparticles by simple chemical route." *Materials Letters* 161 (2015): 372-374.
- [62] زاده امیری، آ، پایان نامه ارشد، دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی شاهرود، (۱۳۹۳).
- [63] Abdolahi, Ahmad. Hamzah, Esah. Ibrahim, Zaharah and Hashim, Shahrir. "Synthesis of uniform polyaniline nanofibers through interfacial polymerization." *Materials* 5 (2012): 1487-1494.
- [64] Neelgund, Gururaj M. Hrehorova, Erika. Joyce, Margaret. and Bliznyuk, Valery. "Synthesis and characterization of polyaniline derivative and silver nanoparticle composites." *Polymer International* 57 (2008): 1083-1089..
- [65] Gomes, E. C., and M. A. S. Oliveira. "Chemical polymerization of aniline in hydrochloric acid (HCl) and formic acid (HCOOH) media. Differences between the two synthesized polyanilines." *American Journal of Polymer Science*. 2 (2012): 5-13.
- [66] Oyama, S. Ted, and S. T. Oyama. Rates, kinetics, and mechanisms of epoxidation: homogeneous, heterogeneous, and biological routes. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, (2008).
- [67] Saeedi, Mohammad Saleh. Tangestaninejad, Shahram. Moghadam, Majid. Mirkhani, Valiollah. Mohammadpoor-Baltork, Iradj. Khosropour, Ahmad Reza. "Manganese porphyrin immobilized on magnetite nanoparticles as a recoverable

nanocatalyst for epoxidation of olefins." *Materials Chemistry and Physics* 146 (2014): 113-120.

[68] Grivani, Gholamhossein. Tangestaninejad, Shahram. Habibi, Mohammad Hossein. Mirkhani, Valiollah Moghadam, Majid. "Epoxidation of alkenes by a readily prepared and highly active and reusable heterogeneous molybdenum-based catalyst." *Applied Catalysis A: General* 299 (2006): 131-136.

[69] Hu, Zhongkai, Xiangkai Fu, and Yuedong Li. "Olefin epoxidation catalyzed by Schiff base molybdenum (VI) complexes immobilized onto zirconium poly (styrene-phenylvinylphosphonate)-phosphate." *Inorganic Chemistry Communications* 14 (2011): 497-501.

[70] شهرکی م، (۱۳۹۲)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی شاهرود.



---

پوست



## پیوست

### جدول تجزیه واریانس حاصل از آنالیز آماری

جدول ۱ : تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI، فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت))

Source of variation	df*	Mean Square
Factore A	۱	۱۷۶۶۶۱/۳۳۳**
Factore B	۳	۹۴۳۷/۷۷۸
AB	۳	۵۴۲۴/۲۲۲
Factore C	۱	۲۰۴۳۶۳/۰۰۰
AC	۱	۱۶۶۶۱۶/۳۳۳
BC	۳	۲۳۱۸/۵۵۶
ABC	۳	۱۵۳۸/۳۳۳
Error	۳۲	۹/۶۰۴
CV(%)		۳/۸۶

\*The degree of freedom error

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variation

جدول ۲ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor AB	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره	۲۷/۸۳ e
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره	۲۳/۸۳ e
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره	۱۵/۳۳ f
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره	۱۱/۶۷ f
سودوموناس / سطح اول نانو ذره	۲۰۷/۲ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره	۱۳۹/۲ b
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره	۱۲۹/۰ c
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره	۸۸/۶۷ d

حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار با یکدیگر ندارند.



جدول ۳ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor AC	Number of colony
باسیلوس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۳/۳۳ c
باسیلوس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۶/۰۰ b
سودوموناس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۶/۸۳ c
سودوموناس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۶۵/۲ a

جدول ۴ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor BC	Number of colony
سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴۰/۰۰ e
سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۹۵/۰ a
سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۹/۰۰۰ f
سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۵۴/۰ b
سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۷/۰۰۰ f
سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۳۷/۳ c
سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴/۳۳۳ f
سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۹۶/۰۰ d



جدول ۵ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor ABC	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۷/۳۳ hi
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۸/۳۳ f
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۵/۳۳ hi
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۲/۳۳ g
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۲/۶۷ ij
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۸/۰۰ h
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۸/۰۰۰ j
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۵/۳۳ hi
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۶۲/۶۷ e
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۵/۱۷ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۲/۶۶۷ k
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۷۵/۷ b
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱/۳۳۳ k
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۵۶/۷ c
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۶۶۶۷ k
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۷۶/۷ d

جدول ۶ : تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI/AHS فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت))

Source of variation	df*	Mean Square
Factore A	۱	۱۴۶۳۰۲/۰۸۳**
Factore B	۳	۱۳۳۷۹/۶۹۴
AB	۳	۸۲۷۱/۰۲۸
Factore C	۱	۱۷۸۶۰۸/۰۰۰
AC	۱	۱۳۷۳۸۸/۰۰۰
BC	۳	۴۲۹۶/۵۰۰
ABC	۳	۳۶۴۵/۱۶۷
Error	۳۲	۷/۷۷۱
CV(%)		۳/۷۲

\*The degree of freedom error





جدول ۷ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor AB	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره	۲۷/۸۳ d
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره	۲۱/۸۳ e
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره	۱۹/۱۷ e
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره	۱۰/۱۷ f
سودوموناس / سطح اول نانو ذره	۲۰۷/۲ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره	۱۲۷/۷ b
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره	۱۲۴/۲ b
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره	۶۱/۶۷ c

جدول ۸ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor AC	Number of colony
باسیلوس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۲/۲۵ c
باسیلوس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۷/۲۵ b
سودوموناس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۵/۶۷ c
سودوموناس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۴۴/۷ a

جدول ۹ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor BC	Number of colony
سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴۰/۰۰ b
سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۹۵/۰ a
سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۷/۵۰۰ f
سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۴۲/۰ b
سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۶/۱۶۷ fg
سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۳۷/۲ c
سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۲/۱۶۷ g
سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۶۹/۶۷ d



جدول ۱۰ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor ABC	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۷/۳۳ h
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۸/۳۳ f
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۵/۰۰ hi
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۸/۶۷ g
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۲/۳۳ i
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۶/۰۰ g
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴/۳۳۳ j
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۶/۰۰ hi
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۶۲/۶۷ e
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۵۱/۷ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ j
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۵۵/۳ b
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ j
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۴۸/۳ c
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ j
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۲۳/۳d

جدول ۱۱ : تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI/AHS/Mo فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت))

Source of variation	df*	Mean Square
Factore A	۱	۲۲۱۵۴۴/۱۸۸**
Factore B	۳	۱۱۷۷۱/۰۷۶
AB	۳	۴۲۸۴/۶۷۸
Factore C	۱	۲۴۶۶۷۶/۶۸۸
AC	۱	۲۱۳۲۰۰/۰۲۱
BC	۳	۴۴۷۲/۴۱۰
ABC	۳	۳۲۳۹/۸۵۴
Error	۳۲	۹/۳۷۵
CV(%)		۳/۵۲

\*The degree of freedom error

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variatio

جدول ۱۲ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor AB	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره	۳۰/۵۰ d
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره	۲۴/۳۳ e
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره	۲۰/۰۰ e
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره	۱/۳۳۳ f
سودوموناس / سطح اول نانو ذره	۲۰۷/۲ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره	۱۶۵/۵ b
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره	۱۶۰/۵ b
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره	۸۶/۵۰ c

جدول ۱۳ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor AC	Number of colony
باسیلوس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۴/۰۰ c
باسیلوس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۴/۰۸ b
سودوموناس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۶/۵۸ c
سودوموناس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۹۳/۳ a

جدول ۱۴ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor BC	Number of colony
سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴۲/۶۷ e
سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۹۵/۰ a
سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۰/۱۷ f
سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۷۹/۷ b
سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۷/۶۶۷ f
سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۷۲/۸ c
سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۶۶۶۷ g
سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۸۷/۱۷ d

جدول ۱۵: مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor ABC	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۲۲/۶۷ hi
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۸/۳۳ f
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۸/۰۰ ij
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۰/۶۷ g
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۴/۳۳ j
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۲۸/۶۷ gh
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱/۰۰۰ k
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱/۶۶۷ k
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۶۲/۶۷ e
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۵۱/۷ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۲/۳۳۳ k
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۲۸/۷ b
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱/۰۰۰ k
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۲۰/۰ c
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۳۳۳۳ k
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۷۲/۷ d

جدول ۱۶: تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI/AHS/Ag، فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت))

Source of variation	df*	Mean Square
Factore A	۱	۲۴۴۸۰/۳۳۳**
Factore B	۳	۴۱۲۶۳/۴۱۷
AB	۳	۲۴۰۰۲/۱۱۱
Factore C	۱	۱۸۰۱۸/۷۵۰
AC	۱	۱۳۴۶۷/۰۰۰
BC	۳	۱۸۰۱۸/۷۵۰
ABC	۳	۱۳۴۶۷/۰۰۰
Error	۳۲	۳/۱۲۵
CV(%)		۵/۹۸

\*The degree of freedom error

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variation

جدول ۱۷: مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor AB	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره	۲۷/۸۳ b
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
سودوموناس / سطح اول نانو ذره	۲۰۷/۲ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره	۱/۳۳۳ c
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c

جدول ۱۸: مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor AC	Number of colony
باسیلوس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴/۳۳۳ d
باسیلوس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۹/۵۸۳ c
سودوموناس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۶/۰۰ b
سودوموناس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۸۸/۲۵ a

جدول ۱۹: مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor BC	Number of colony
سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴۰/۰۰ b
سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۹۵/۰ a
سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۶۶۶۷ c
سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۶۶۶۷ c
سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c

جدول ۲۰: مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor ABC	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۷/۳۳ d
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۸/۳۳ c
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۶۲/۶۷ b
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۵۱/۷ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱/۳۳۳ e
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱/۳۳۳ e
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e



جدول ۲۱: تجزیه واریانس داده های تیمار شده با  $AgNO_3$  فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان های مختلف (۱۷ و ۳۴ ساعت))

Source of variation	df*	Mean Square
Factore A	۱	۲۴۱۲۰/۳۳۳**
Factore B	۳	۴۱۴۱۸/۷۵۰
AB	۳	۲۴۱۲۰/۳۳۳
Factore C	۱	۱۸۰۱۸/۷۵۰
AC	۱	۱۳۴۶۷/۰۰۰
BC	۳	۱۸۰۱۸/۷۵۰
ABC	۳	۱۳۴۶۷/۰۰۰
Error	۳۲	۲/۸۳۳
CV(%)		۵/۷۳

\*The degree of freedom error

جدول ۲۲: مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor AB	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره	۲۷/۸۳ b
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
سودوموناس / سطح اول نانو ذره	۲۰۷/۲ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره	۰/۰۰۰۰ c

جدول ۲۳ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor AC	Number of colony
باسیلوس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴/۳۳۳ d
باسیلوس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۹/۵۷۸ c
سودوموناس / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۵/۶۷ b
سودوموناس / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۸۷/۹۲ a

جدول ۲۴ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor BC	Number of colony
سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۴۰/۰۰ b
سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۱۹۵/۰ a
سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c
سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ c

جدول ۲۵ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor ABC	Number of colony
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۱۷/۳۳ d
باسیلوس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۸/۳۳ c
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
باسیلوس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۶۲/۶۷ b
سودوموناس / سطح اول نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۳۵۱/۷ a
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح دوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح سوم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۱۷ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e
سودوموناس / سطح چهارم نانو ذره / ۳۴ ساعت انکوباسیون	۰/۰۰۰۰ e

جدول ۲۶ : تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI فاکتور A (فارچ)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (روز های مختلف (۲، ۴ و ۶ روز)).

Source of variation	df*	Mean Square
Factor A	۱	۲۵۸/۷۸۱**
Factor B	۳	۴/۲۳۷
AB	۳	۲/۴۶۴
Factor C	۲	۶۸/۹۸۶
AC	۲	۱۱/۷۶۸
BC	۶	۰/۰۸۴
ABC	۶	۰/۰۲۷
Error	۴۸	۰/۳۴۱
CV(%)		۸/۹۹

\*Degree of Freedom

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variation

جدول ۲۷ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor AB	Dimetere of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره	۵/۸۶۷ b
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره	۴/۳۵۶ c
فوزلریوم / سطح سوم نانو ذره	۴/۱۴۴ c
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره	۴/۰۳۳ c
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره	۸/۵۶۷ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره	۸/۳۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره	۸/۳۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره	۸/۳۳۳ a

جدول ۲۸ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor AC	Dimetere of colony
فوزاریوم / ۲ روز انکوباسیون	۲/۲۸۳ d
فوزاریوم / ۴ روز انکوباسیون	۴/۶۱۷ c
فوزاریوم / ۶ روز انکوباسیون	۶/۹ b
رایزوکتونیا / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۲۵ b
رایزوکتونیا / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۶۷ a
رایزوکتونیا / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۸۳ a

جدول ۲۹ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor BC	Dimetere of colony
سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۲۰۰ e
سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۵۸۳ bc
سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۸۶۷ a
سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۵۶۷ e
سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۷۱۷ cd
سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۷۵۰ b
سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۵ e
سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۵۳۳ d
سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۶۸۳ b
سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۳۵۰ e
سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۵۳۳ d
سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۶۶۷ ab

جدول ۳۰: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI

Factor ABC	Dimetere of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۳۰۰ e
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۹۰۰ c
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۴۰۰ a
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۱۳۳ f
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۴۳۳ d
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۵۰۰ bc
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۰۰۰ f
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۰۶۷ de
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۳۶۷ bc
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۱/۷ f
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۰۶۷ de
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۳۳۳ bc
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۱۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۲۶۷ a
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۳۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a

جدول ۳۱: تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI/AHS فاکتور A (باکتری)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (زمان های مختلف (۲۴ و ۴۸ ساعت)).

Source of variation	df	Mean Square
Factore A	۱	۱۹۰/۴۵۰**
Factore B	۳	۲/۳۳۳
AB	۳	۱/۶۹۲
Factore C	۲	۹۰/۲۱۸
AC	۲	۲۰/۶۱۷
BC	۶	۰/۲۱۴
ABC	۶	۰/۲۳۰
Error	۴۸	۰/۰۱۵
CV(%)		۱/۸۲

\*Degree of Freedom

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variation

جدول ۳۲: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor AB	Number of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره	۵/۸۵۶ b
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره	۵/۲۵۶ c
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره	۵/۱۱۱ c
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره	۴/۲۴۴ d
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره	۸/۴۷۸ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره	۸/۳۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره	۸/۳۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره	۸/۳۳۳ a

جدول ۳۳ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor AC	Dimetere of colony
فوزاریوم / ۲ روز انکوباسیون	۲/۲۵۰ e
فوزاریوم / ۴ روز انکوباسیون	۵/۲۳۳ d
فوزاریوم / ۶ روز انکوباسیون	۷/۸۶۷ b
رایز وکتونیا / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۳۳ c
رایز وکتونیا / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۱۷ a
رایز وکتونیا / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۵۸ a

جدول ۳۴ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor BC	Dimetere of colony
سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۲ g
سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۴۸۳ d
سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۸۱۷ a
سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۴۶۷ h
سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۳۱۷ d
سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۶ b
سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۵۱۷ h
سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۰۵۰ b
سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۶ b
سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۳۸۳ h
سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۶۵۰ f
سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۸۳۳ c



جدول ۳۵: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS

Factor ABC	Dimetere of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۲۶۷ j
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۹ f
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۴ c
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۰۹۹ k
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۶۳۳ g
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۲ c
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۰۳۳ k
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۱ h
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۲ c
فوزاریوم / سطح اچهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۱/۷۶۷ l
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۳ i
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۶۶۷ e
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۱۳۳ d
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۶۷ ab
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۲۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ d
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ d
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ d
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b

جدول ۳۶: تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI/AHS/Mo فاکتور A (قارچ)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (روز های مختلف (۴،۲ و ۶ روز))

Source of variation	df*	Mean Square
Factor A	۱	۳۰۳/۴۰۱**
Factor B	۳	۶/۲۸۴
AB	۳	۴/۰۷۱
Factor C	۲	۵۶/۲۶۹
AC	۲	۸/۲۰۵
BC	۶	۰/۲۸۳
ABC	۶	۰/۱۷۳
Error	۴۸	۰/۰۱۰
CV(%)		۱/۵۴

\*Degree of Freedom

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variation

جدول ۳۷: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor AB	Dimetere of colony
فوزاریوم/ سطح اول نانو ذره	۵/۸۶۷ c
فوزاریوم/ سطح دوم نانو ذره	۳/۹۵۶ d
فوزاریوم/ سطح سوم نانو ذره	۳/۷۶۷ e
فوزاریوم/ سطح چهارم نانو ذره	۳/۵۵۶ f
رایزوکتونیا/ سطح اول نانو ذره	۸/۵۶۷ a
رایزوکتونیا/ سطح دوم نانو ذره	۸/۳۳۳ b
رایزوکتونیا/ سطح سوم نانو ذره	۸/۳۳۳ b
رایزوکتونیا/ سطح چهارم نانو ذره	۸/۳۳۳ b

جدول ۳۸ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor AC	Dimetere of colony
فوزاریوم / ۲ روز انکوباسیون	۲/۳۳۳ e
فوزاریوم / ۴ روز انکوباسیون	۴/۲۰۰ d
فوزاریوم / ۶ روز انکوباسیون	۶/۳۲۵ c
رایز و کتونیا / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۳۳ b
رایز و کتونیا / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۵۸ a
رایز و کتونیا / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۸۳ a

جدول ۳۹ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor BC	Dimetere of colony
سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۲۱۷ f
سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۵۶۷ b
سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۸۶۷ a
سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۶۳۳ g
سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۳۶۷ e
سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۴۳۳ bc
سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکو باسیون	۴/۵۳۳ g
سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۳ e
سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۳۱۷ cd
سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۳۵ h
سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۲۸۳ e
سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۲ d

جدول ۴۰: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Mo

Factor ABC	Dimetere of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۳ j
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۹ e
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۴ c
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۲۶۷ k
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۳/۷۳۳ h
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۵/۸۶۷ e
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۰۶۷ l
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۳/۶ hi
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۵/۶۳۳ f
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۱/۷ m
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۳/۵۶۷ i
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۵/۴ g
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۱۳۳ d
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۲۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۳۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ d
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ d
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۰۰۰ d
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ b

جدول ۴۱: تجزیه واریانس داده های تیمار شده با PANI/AHS/Ag، فاکتور A (قارچ)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (روزهای مختلف (۲، ۴ و ۶ روز))

Source of variation	df*	Mean Square
Factor A	۱	۱۴۸/۴۹۴**
Factor B	۳	۳/۸۷۴
AB	۳	۰/۵۷۸
Factor C	۲	۹۶/۹۳۲
AC	۲	۸/۶۵۷
BC	۶	۰/۱۹۰
ABC	۶	۰/۶۳۱
Error	۴۸	۰/۰۴۹
CV(%)		۳/۳۴

\*Degree of Freedom

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variation

جدول ۴۲: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor AB	Dimetere of colony
فوزاریوم/ سطح اول نانو ذره	۵/۸۶۷ c
فوزاریوم/ سطح دوم نانو ذره	۵/۴۱۱ d
فوزاریوم/ سطح سوم نانو ذره	۵/۱۸۹ d
فوزاریوم/ سطح سوم نانوذره	۴/۳۸۹ e
رایزوکتونیا/ سطح اول نانو ذره	۸/۵۶۷ a
رایزوکتونیا/ سطح دوم نانو ذره	۸/۰۲۲ b
رایزوکتونیا/ سطح سوم نانو ذره	۷/۹۶۷ b
رایزوکتونیا/ سطح سوم نانو ذره	۷/۷۸۹ b

جدول ۴۳ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor AC	Dimetere of colony
فوزاریوم / ۲ روز انکوباسیون	۲/۷۳۳ e
فوزاریوم / ۴ روز انکوباسیون	۵/۳۲۵ d
فوزاریوم / ۶ روز انکوباسیون	۷/۵۸۳ b
رایز و کتونیا / ۲ روز انکوباسیون	۶/۱۱۷ c
رایز و کتونیا / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۵۸ a
رایز و کتونیا / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۸۳ a

جدول ۴۴ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor BC	Dimetere of colony
سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۲۱۷ f
سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۵۶۷ c
سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۸۶۷ a
سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۳۳۳ g
سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۳۶۷ cd
سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۴۵۰ b
سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۴/۲۱۷ gh
سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۱۳۳ d
سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۳۸۳ b
سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۹۳۳ h
سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۷۰۰ e
سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۶۳۳ c

جدول ۴۵ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B، C در آزمایش تیمار شده با PANI/AHS/Ag

Factor ABC	Dimetere of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۳۰۰ i
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۹۰۰ f
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۴۰۰ b
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۶۰۰ j
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۷۳۳ f
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۹۰۰ c
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۵۳۳ j
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۲۶۷ g
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۷۶۷ c
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۲/۵۰۰ j
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۴۰۰ h
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۲۶۷ e
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۱۳۳ d
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۲۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۳۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۶/۰۶۷ ef
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۹۰۰ f
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۳۶۷ g
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۰۰۰ a

جدول ۴۶: تجزیه واریانس داده های تیمار شده با  $AgNO_3$ ، فاکتور A (قارچ)، فاکتور B (نانو ذره) و فاکتور C (روز های مختلف (۲، ۴ و ۶ روز))

Source of variation	df*	Mean Square
Factor A	۱	۱۱۴/۵۰۹**
Factor B	۳	۳۳/۶۵۸
AB	۳	۲/۰۳۰
Factor C	۲	۴۲/۴۸۴
AC	۲	۱۴/۶۲۵
BC	۶	۲/۴۲۸
ABC	۶	۰/۷۵۷
Error	۴۸	۰/۰۲۱
CV(%)		۲/۷۰

\*Degree of Freedom

\*\* Significant  $P \leq 0.01$ . CV: Coefficient of Variation

جدول ۴۷: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و B در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor AB	Dimetere of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره	۵/۷۴۴ c
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره	۴/۶۲۲ d
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره	۳/۷۷۸ e
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره	۲/۲۵۶ f
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره	۸/۵۲۲ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره	۶/۶۲۲ b
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره	۵/۷۳۳ c
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره	۵/۶۱۱ c



جدول ۴۸ : مقایسه میانگین قطر کلونی ها در دو فاکتور A و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor AC	Dimetere of colony
فوزاریوم / ۲ روز انکوباسیون	۲/۰۰۸ e
فوزاریوم / ۴ روز انکوباسیون	۴/۰۸۳ d
فوزاریوم / ۶ روز انکوباسیون	۶/۲۰۸ b
رایز و کتونیا / ۲ روز انکوباسیون	۵/۹۵۰ c
رایز و کتونیا / ۴ روز انکوباسیون	۶/۸۵۸ a
رایز و کتونیا / ۶ روز انکوباسیون	۷/۰۵۸ a

جدول ۴۹ : مقایسه میانگین تعداد کلونی ها در دو فاکتور B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor BC	Dimetere of colony
سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۲۸۳ e
سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۷/۴۱۷ b
سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۷۰۰ a
سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۷۳۳ i
سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۷۱۷ d
سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۴۱۷ b
سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۴۵۰ j
سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۷۵۰ f
سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۰۶۷ c
سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۴۵۰ j
سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۰۰۰ h
سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۴/۳۵۰ g

جدول ۵۰: مقایسه میانگین قطر کلونی ها در سه فاکتور A، B و C در آزمایش تیمار شده با  $AgNO_3$

Factor ABC	Dimetere of colony
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۳/۳۳۳ j
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۷۰۰ g
فوزاریوم / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۸/۲۰۰ b
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۱/۹۰۰ m
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۴/۴۶۷ h
فوزاریوم / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۵۰۰ c
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۱/۴۰۰ n
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۳/۸۰۰ i
فوزاریوم / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۱۳۳ f
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۱/۴۰۰ n
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۲/۳۶۷ l
فوزاریوم / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۳/۰۰۰ k
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۷/۲۳۳ d
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۹/۱۳۳ a
رایزوکتونیا / سطح اول نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۹/۲۰۰ a
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۵۶۷ g
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۶/۹۶۷ e
رایزوکتونیا / سطح دوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۷/۳۳۳ cd
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۵۰۰ g
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۷۰۰ g
رایزوکتونیا / سطح سوم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۶/۰۰۰ f
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۲ روز انکوباسیون	۵/۵۰۰ g
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۴ روز انکوباسیون	۵/۶۳۳ g
رایزوکتونیا / سطح چهارم نانو ذره / ۶ روز انکوباسیون	۵/۷۰۰ g

## **Abstract**

In this study polyaniline nano fiber was used as the support polymer. At first nano fiber was functionalized with Sodium 4-amino 5-hydroxy 7- sulfo naphthalen 2-sulfonate (AHS), then complex of Molybdenum added to functionalized nano fiber and the heterogeneous catalyst of PANI/AHS/MoO<sub>2</sub>(acac)<sub>2</sub> was prepared. This catalyst was found as an efficient catalyst for epoxidation of cis-cyclooctene and a wide variety of alkenes, including aromatic and aliphatic terminal ones using tert-butyl hydroperoxide as oxidant. This new heterogenized catalyst could easily be recovered and reused four consecutive and, only 6% of its catalytic activity fell. Moreover, using this polymer, the composite containing stabilized silver nanoparticles were synthesized on functionalized nanofiber and antimicrobial activity were investigated against of two bacteria named *Bacillus sp* (gram positive) and *Pseudomonas syringe* (gram negative), and two fungi named *Rhizoctonia solani* and *Fuzarium graminearum*. Nano particles of PANI/AHS/Ag showed good ability to inhibit the growth of microorganisms.

**Keywords:** Polyaniline, Molybdenum, epoxidation, Silver nanoparticles, antimicrobial.



Faculty of Chemistry  
MSc Thesis in Inorganic Chemistry

**Synthesis, characterization and catalytic properties and anti-bacterial,  
 $\text{MoO}_2(\text{acac})_2$  immobilized on nanostructure polyaniline.**

**By: Azam Yeganeh Salman**

**Supervisor:  
Dr. Bahram Bahramian**

**Advisor:  
Dr. Mojtaba Mamarabadi**

**September 2016**