سنتز و بررسی نقاط کوانتومی کربوهیدراتی به روش هیدروترمال

پژوهشگر: امیرحسین منافی

چکیده: روش های موجود برای سنتز کوانتوم به طور کلی به دو صورت چینش آرایشی بالا به پایین و چینش آرایشی پایین به بالا تقسیم می شود که از روش هیدروترمال که در چینش آرایشی پایین به بالا قرار دارد تحت بررسی در این پروژه قرار گرفته شده است؛ کلمه هیدروترمال از دو بخش هیدر و ترمال تشکیل شده است که هیدرو اشاره به آبی بودن محلول ها و ترمال اشاره دما در این روش دارد.

چکیده:

نقاط کوانتومی، کریستال‌هایی نیمه رسانایی در ابعاد نانو هستند که یکی از ویژگی های اصلی این ذرات این است که در زمانی که در معرض طیف پرتو نور UV که از امواج الکترومغناطیس قرار می گیرند طیف نور مرئی توسط این ذرات نشر داده می شود. در این پروژه به سنتز نقاط کوانتومی بر پایه کربن (کربوهیدراتی) به روش هیدروترمال پرداخته شده است.

مواد سازنده نقاط کوانتومی های مرسوم معمولا دارای مشکلاتی هستند بنابراین از کربوهیدرات ها که دارای مزایا بیشتری مانند عدم سمیت برای جانداران و ارزان قیمت بودن از نظر اقتصادی و زیست تخریب پذیر بودن و ... نسبت به نقاط کوانتومی مرسوم کادمیومی دارند؛ برای سنتز استفاده شده است.در این پروژه کربوهیدرات های استفاده شده به منظور سنتز نقاط کوانتومی گرافنی گلوکز، لاکتوز و ساکاروز است.

روش های موجود برای سنتز کوانتوم به طور کلی به دو صورت چینش آرایشی بالا به پایین و چینش آرایشی پایین به بالا تقسیم می شود که از روش هیدروترمال که در چینش آرایشی پایین به بالا قرار دارد تحت بررسی در این پروژه قرار گرفته شده است؛ کلمه هیدروترمال از دو بخش هیدر و ترمال تشکیل شده است که هیدرو اشاره به آبی بودن محلول ها و ترمال اشاره دما در این روش دارد.

در این پژوهش علاوه بر سنتز نقاط کوانتومی، تاثیر اضافه کردن مواد آمین دار در شروع فرآیند سنتز نیز بررسی شده است زیرا در مقالات مختلفی عنوان شده است که حضور مواد آمین دار در روند سنتز به روش هیدروترمال باعث افزایش اندازه ی نقاط کوانتومی خواهد شد که در این پروژه از آمونیوم نیترات ستفاده شد .

در نهایت این پروژه به صورت خلاصه به نتایج پایین رسیده است.

در نمونه های گلوکز دار، اندازه نقاط کوانتومی در حضور آمونیوم نیترات افزایش، کاهش و در یک نمونه بی تاثیر بوده است؛ تغییر دما تقریبا بی اثر بوده است همچنین فشار هم تاثیر چندانی بر این نمونه ها نداشت.

در نمونه های لاکتوز دار، نقاط کوانتومی در حضور آمونیوم نیترات در ترکیب با کربوهیدرات های دیگر افزایش ولی در نمونه لاکتوز خالص کاهش اندازه داشتند؛ دما تاثیر چندانی نداشت همچنین فشار هم تاثیر چندانی بر این نمونه ها نداشت.

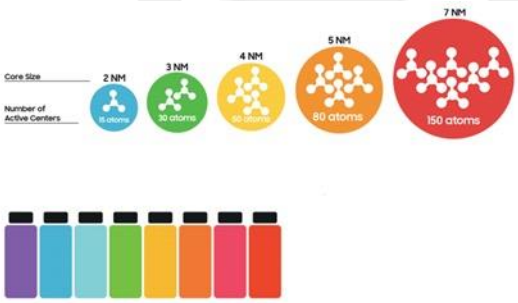
در نمونه های ساکارز دار، نقاط کوانتومی در حضور آمونیوم نیترات در بیشتر مواقع افزایش اندازه داشتند فقط در یک نمونه کاهش اندازه داشتند؛ افزایش دما باعث افزایش اندازه نقاط کوانتومی شده است. فشار هم تاثیر چندانی بر این نمونه ها نداشت.

واژه‌های کلیدی:

نقاط کوانتومی گرافنی ؛ سنتز نقاط کوانتومی ؛ هیدروترمال

مقدمه:

نقاط کوانتومی کریستال‌هایی به ابعاد نانو هستند که ویژگی اصلی آنها نشر نور مرئی از طیف نور ماورای بنفش است ؛ البته باید توجه کنیم که فقط ورود یک ، دو یا سه بعد از ابعاد یک ماده به محدوده‌ی نانومتری، موجب نمی‌شود که ما آن ساختار را کوانتومی بنامیم؛ بلکه باید خواص ماده هم مشابه مواد کوانتومی تغییر نمایید .



تصویر۱. ارتباط بین اندازه و رنگ نقاط کوانتومی

طرز کار کوانتوم دات به این صورت است که با در معرض قرار گرفتن در طیف الکترومغناطیسی نور UV ، از خود بازه الکترومغناطیسی نور مرئی را ساطع می‌کنند همچنین نقاط کوانتومی به دلیل اندازه کوچکشان قابلیت تطبیق پذیری بسیاری دارند یعنی می توان با تغییر ساختار که وابسته به اندازه آن ها است خواص آن را مطابق با نیاز خود تنظیم کرد . هر چه نقاط کوانتومی ابعاد بزرگ‌تری داشته باشد، طول موج الکترومغناطیسی نور ساطع شده توسط آنها کوتاه‌تر است.

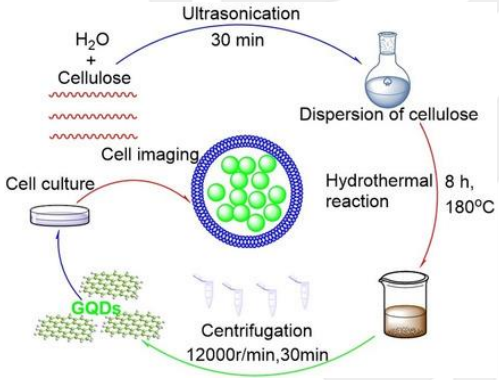
تصویر ۲. اشکارسازی تومور پروستات با استفاده از نقاط کوانتومی

مورد توجه است که اغلب کوانتوم دات ها با استفاده از موادی مانند کادمیوم و سلنیم سنتز می شوند که علاوه بر سمی بودن کوانتوم دات های ساخته شده توسط این مواد، ناسازگار بودن با محیط زیست و نیز هزینه ی بالایی دارند ؛ بنابراین در این پروژه نقاط کوانتومی گرافنی سنتز و مورد بررسی قرار گرفته است که این مواد کربن دار از نوع کربوهیدرات های در دسترس است دارای مزایایی

مانند سمیت زیستی کم، انحلال پذیری عالی، پیوند سطحی بهتر و... همچنین کاربرد های گسترده در زمینه های مختلف مانند پزشکی، انرژی های نو (سلول ها خورشیدی با بازده بالا) ،بیو راکتور ها و... استفاده شده است.همچنین کاربرد های گسترده در زمینه های مختلف مانند پزشکی، انرژی های نو (سلول ها خورشیدی با بازده بالا) ،بیو راکتور ها و... استفاده شده است.

تاکنون، تلاش-های قابل توجهی برای توسعهٔ روش-های سنتزی برای گرافن کوانتوم دات ها صورت گرفته است، که می توان روش ها را به دو گروه اصلی بالا به پایین و پایین به بالا طبقه بندی کرد.در روش سنتز پایین به بالا کوانتوم دات های گرافنی از شکافت کربن ها به وجود می آید. عاملی اکسیژن دار می شود که این موضوع بر انحلال پذیری، عامل -دار کردن، و کم اثرپذیر سازی آنها تاثیر مثبت میگذارد ؛ مثال هایی از روش-های پایین به بالا عبارتند از: لیتوگرافی پرتو ، لایه بردار اسیدی، اکسیداسیون الکتروشیمیایی، سنتز هیدروترمال ، مایکروویو و...

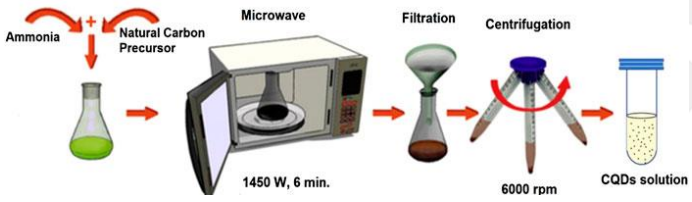
همچنین می توان کوانتوم دات های گرافنی را از روش بالا به پایین سنتز کرد. سنتز از این روش همیشه بسیار پیچیده بوده و ممکن است دستیابی به نتیجه دلخواه بسیار دشوار باشد ؛ همچنین از دیگر معایب این روش می توان انحلال پذیری کم و گرایش کوانتوم دات های گرافنی به تجمع باشد که باعث کاهش کاربرد کوانتوم دات ها میشود و مانع استفاده آن ها در برخی تکلونوژی ها می شود ؛ از روش های بالا به پایین نیز می توان شیمی محلول، هیدروژن گیری حلقوی پیش ماده های پلی فنیلن، کربنیزه کردن برخی از پیش ماده های آلی خاص، و تفکیک پیش ماده های مناسب و.. را نام برد.



تصویر ۳. مثالی از روش سنتز پایین به بالا (روش ماکروویو)

نقاط کوانتومی دسته ای از نانو مواد نیمه رسانا هستند و خصوصیات آن ها در دو شاخه شیمی و فیزیک مورد بررسی قرار می گیرد.

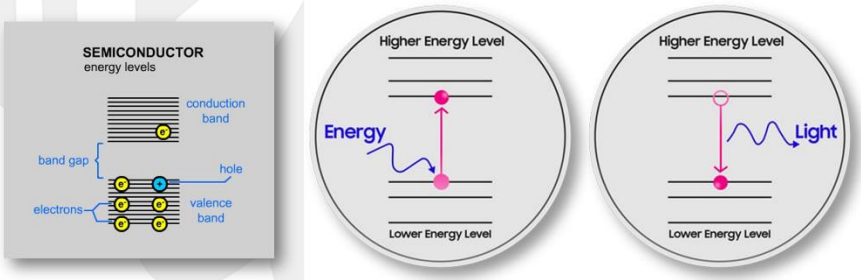
به طور کلی، الکترون ها در مواد نیمه هادی (نیمه رسانا)، بازه مشخصی از انرژی دارند که به آن گپ انرژی می گویند. تفاوت اصلی کوانتوم دات ها با نیمه رسانا های دیگر این است که خواص الکتریکی و پیک فرکانسی گسیلی نقاط کوانتومی شدیدا به گپ انرژی ، اندازه ، شکل ساختار آنها بستگی دارد ؛ چون که فاصله لایه ظرفیت تا لایه رسانش بسته به ترکیب تشکیل دهنده آن در نقاط



تصویر ۴. مثالی از روش سنتز بالا به پایین

کوانتومی متغیر است ، در نتیجه گپ انرژی در هر ترکیب متفاوت است و فوتون نشر شده از آن ها هم از یکدیگر متفاوت است.

هنگامی که الکترون ها به وسیله ی نور، میدان الکتریکی یا گرما تحریک می شوند، تعدادی از آنها از یک تراز انرژی پایین تر (نوار ظرفیت) به تراز انرژی بالاتر می روند. در این حالت، تراز ظرفیتی که خالی می شود، حفره نام دارد، زیرا در طی این روند ، یک حفره ی موقت در نوار ظرفیت به وجود می آید. الکترون هایی که به تراز بالاتر برانگیخته شده اند، بعد از مدتی دوباره به نوار ظرفیت برمی گردند. هنگامی که الکترون ها به وسیله ی نور، میدان الکتریکی یا گرما تحریک می شوند، تعدادی از آنها از یک تراز انرژی پایین تر (نوار ظرفیت) به تراز انرژی بالاتر می روند. در این حالت، تراز ظرفیتی که خالی می شود، حفره نام دارد، زیرا در طی این روند ، یک حفره ی موقت در نوار ظرفیت به وجود می آید. الکترون هایی که به تراز بالاتر برانگیخته شده اند، بعد از مدتی دوباره به نوار ظرفیت برمی گردند. این بازگشت الکترون ها، با گسیل انرژی (تخلیه انرژی) به صورت نور همراه است. و با توجه به این ویژگی مواد نیمه هادی که درون بازه ی پیوسته ی انرژی هایش شکاف(گپ) وجود دارد (یعنی الکترون ها مجاز به داشتن انرژی در این شکاف نیستند) ، نور تنها در طول موج معینی تابش می شود.



تصویر ۵. توضیح در مورد باند رسانش و ظرفیت در موادی نیمه هادی (نیمه رسانا)

روش انجام پژوهش

در این بخش توضیح داده شده است که از چه روش و موادی برای تولید کوانتوم دات های گرافنی استفاده شده است.

وسایل و مواد استفاده شده در پروژه: بشر ، ارلن ، اسپاتول ، دماسنج جیوه ای (ظرفیت ۱۱۰ درجه سانتی گراد) ، دماسنج دیجیتال، هیتر ، پایه نگهدارنده ، اسپاتول ، ترازو (دقت یک صدم گرم) ، لامپ UV(۳۹۵ nm) ، صافی ، اتوکلاو، گلوکز ، ساکارُوز ، لاکتوز ، آمونیوم نیترات ، آب مقطر

فشار (سری اول، دوم، سوم و چهارم): همه بشر ها در فشار محیط قرار گرفتند

فشار (سری پنجم و ششم): فشار تنظیم شده برای اتوکلاو ۲۰psi بوده است.

دما (سری اول و سوم): دمای تنظیمی برای هیتر ۱۶۵° بوده است و همه بشر ها در دمای ۷۵° قرار گرفتند و نحوه سنجش با استفاده از دماسنج جیوه ای معلق به وسیله پایه نگهدارنده در مرکز آب مقطر بشری در میان سایر بشر ها بر روی هیتر می باشد.

دما (سری دوم و چهارم): دمای تنظیمی برای هیتر ۲۱۰° بوده است و همه بشر ها در دمای ۹۰° قرار گرفتند و نحوه سنجش با استفاده از دماسنج جیوه ای معلق به وسیله پایه نگهدارنده در مرکز آب مقطر بشری در میان سایر بشر ها بر روی هیتر می باشد.

دما (سری پنجم و ششم): دمای تنظیمی برای اتوکلاو ۱۲۰° بوده است.

سری اول

زمان (سری اول): مدت زمان آزمایش برای تمامی بشر ها ۴۸۰ دقیقه بوده است.

بشر A (سری اول) : ۶/۰۰g گلوکز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر B (سری اول) : ۶/۰۰g لاکتوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر C (سری اول) : ۶/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر D (سری اول) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۳/۰۰g لاکتوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر E (سری اول) : ۳/۰۰g گرم گلوکز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر F (سری اول) : ۳/۰۰g لاکتوز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml مقطر اولیه

روش کار (سری اول)

ابتدا به هر بشر مواد ذکر شده به کمک ترازو و اسپاتول اضافه شد و سپس به تمامی بشرها حجم ۶۰ml آب مقطر اضافه شد و به کمک هیتری که در دمای ۱۶۵° تنظیم شده بود قرار داده شدند. سنجش دمای موثر به وسیله دماسنج معلق در بشر مرکزی انجام شد که دمای ۷۵° را نشان می داد. بعد از ۳۰۰ دقیقه بشر های لاکتوز دار (B، D و F) به علت ناخالصی لاکتوز (پروتئین موجود در شیر) از صافی عبور داده شدند سپس به تمامی بشر ها مقدار ۲۰ml آب مقطر ۹۰° اضافه شد . ۱۲۰ دقیقه پس از صاف کردن بشر های لاکتوز دار یا به عبارتی ۴۲۰ دقیقه پس از شروع فرایند برای بار دوم ۲۰ml آب مقطر هم دمای بشر ها یعنی ۷۵° به آنها اضافه شد. بعد از ۳۰ دقیقه دوباره میزان آب مقطر بشر ها به حداقل رسید و ۲۰ml آب مقطر ۷۵° به تمامی بشر ها اضافه شد. در ادامه بعد از حدود ۳۰ دقیقه برخی از بشر ها مقداری ته گرفتند و فرایند بعد از ۴۸۰ دقیقه به پایان انجامید و حجم تمامی بشر ۵۰ml رسانده شد.

تصاویر (سری اول)

تصویر ۶. نمونه ها بعد اضافه شدن آب مقطر قبل شروع فرآیند (سری اول)

تصویر ۷. نمونه ها روی هیتر در شروع فرایند (سری اول)

تصویر ۸. دماسنج نشان دهنده دمای ۷۵° در طول فرآیند (سری اول)

سری دوم

زمان (سری دوم): مدت زمان آزمایش برای تمامی بشر ها ۲۷۰ دقیقه بوده است.

بشر 'A (سری دوم) : ۶/۰۰g گلوکز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'B (سری دوم) : ۶/۰۰g لاکتوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'C (سری دوم) : ۶/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'D (سری دوم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۳/۰۰g لاکتوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر E' (سری دوم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر F' (سری دوم) : ۳/۰۰g لاکتوز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

روش کار (سری دوم)

ابتدا به هر بشر مواد ذکر شده به کمک ترازو و اسپاتول اضافه شد و سپس به تمامی بشرها حجم ۶۰ml آب مقطر اضافه شد و به کمک هیتری که در دمای ۲۱۰° تنظیم شده بود قرار داده شدند. سنجش دمای موثر به وسیله دماسنج معلق در بشر مرکزی انجام شد که دمای ۹۰° را نشان می داد. بعد از ۹۰ دقیقه بشر های لاکتوز دار (B، D و F) به علت ناخالصی لاکتوز (پروتئین موجود در شیر) از صافی عبور داده شدند سپس به تمامی بشر ها مقدار ۲۰ml آب مقطر ۹۰° اضافه شد . ۹۰ دقیقه پس از صاف کردن بشر های لاکتوز دار یا به عبارتی ۱۸۰ دقیقه پس از شروع فرایند برای بار دوم ۲۰ml آب مقطر هم دمای بشر ها یعنی ۹۰° به آنها اضافه شد. بعد از ۳۰ دقیقه دوباره میزان آب مقطر بشر ها به حداقل رسید و ۲۰ml آب مقطر ۹۰° به تمامی بشر ها اضافه شد. بعد از گذشت دوباره ۳۰ دقیقه در حالی که مواد داشتند کربونیزه می شدند به آنها ۲۰ml آب مقطر هم دمای خودشان اضافه شد در ادامه بعد از حدود ۳۰ دقیقه برخی از بشر ها مقداری ته گرفتند و فرایند بعد از ۲۷۰ دقیقه به پایان انجامید و حجم تمامی بشر ۵۰ml رسانده شد.

تصاویر (سری دوم)

تصویر ۹. نمونه ها بعد اضافه شدن آب مقطر قبل شروع فرآیند (سری دوم)

تصویر ۱۰. نمونه ها روی هیتر در شروع فرایند (سری دوم)

تصویر ۱۱. دماسنج نشان دهنده دمای ۹۰° در طول فرآیند (سری دوم)

سری سوم

زمان (سری سوم) : مدت زمان آزمایش برای تمامی بشر ها ۲۴۰ دقیقه بوده است.

بشر A (سری سوم) : ۶/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر B (سری سوم) : ۶/۰۰g لاکتوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر C (سری سوم) : ۶/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر D (سری سوم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۳/۰۰g لاکتوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

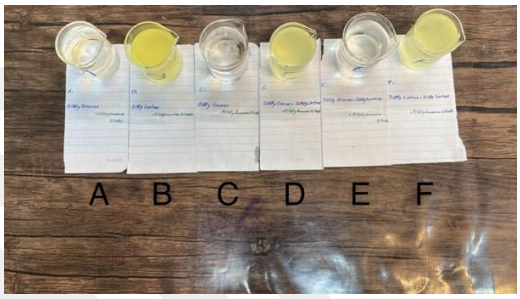
بشر E (سری سوم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر F (سری سوم) : ۳/۰۰g لاکتوز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

روش کار (سری سوم)

ابتدا به هر بشر مواد ذکر شده به کمک ترازو و اسپاتول اضافه شد و سپس به تمامی بشرها حجم ۶۰ml آب مقطر اضافه شد و به کمک هیتری که در دمای ۱۶۵° تنظیم شده بود قرار داده شدند. سنجش دمای موثر به وسیله دماسنج معلق در بشر مرکزی انجام شد که دمای ۷۵° را نشان می داد. بعد از ۶۰ دقیقه سپس به تمامی بشر ها مقدار ۲۰ml آب مقطر ۷۵° اضافه شد . ۳۰ دقیقه پس از صاف کردن بشر های لاکتوز دار یا به عبارتی ۹۰ دقیقه پس از شروع فرایند برای بار دوم ۲۰ml آب مقطر هم دمای بشر ها یعنی ۷۵° به آنها اضافه شد. بعد از ۳۰ دقیقه دوباره میزان آب مقطر بشر ها به حداقل رسید و ۲۰ml آب مقطر ۹۰° به تمامی بشر ها اضافه شد. در ادامه بعد از حدود ۱۲۰ دقیقه برخی از بشر ها مقداری ته گرفتند و فرایند بعد از ۲۴۰ دقیقه به پایان انجامید در ادامه بشر های لاکتوز دار (B، D و F) به علت ناخالصی لاکتوز (پروتئین موجود در شیر) از صافی عبور داده شدند و حجم تمامی بشر ها به ۵۰ml رسانده شد.

تصاویر (سری سوم)



تصویر ۱۲. نمونه ها بعد اضافه شدن آب مقطر قبل شروع فرآیند (سری سوم)

تصویر ۱۳. نمونه ها روی هیتر در شروع فرایند (سری سوم)

تصویر ۱۴. دماسنج نشان دهنده دمای ۷۵° در طول فرآیند (سری سوم)

سری چهارم

زمان (سری چهارم): مدت زمان آزمایش برای تمامی بشر ها ۱۲۰ دقیقه بوده است.

بشر 'A (سری چهارم) : ۶/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'B (سری چهارم) : ۶/۰۰g لاکتوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'C (سری چهارم) : ۶/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'D (سری چهارم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۳/۰۰g لاکتوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'E (سری چهارم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر 'F (سری چهارم) : ۳/۰۰g لاکتوز ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

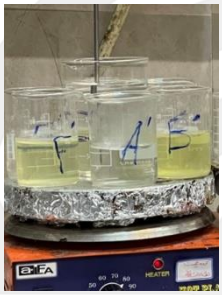
روش کار (سری چهارم)

ابتدا به هر بشر مواد ذکر شده به کمک ترازو و اسپاتول اضافه شد و سپس به تمامی بشرها حجم ۶۰ml آب مقطر اضافه شد و به کمک هیتری که در دمای ۲۱۰° تنظیم شده بود به مدت زمان ۱۲۰ دقیقه در دمای ۹۰° بودند .سنجش دمای موثر به وسیله دماسنج معلق در بشر مرکزی انجام

شد. بعد از ۱۲۰ دقیقه بشر های لاکتوز دار (B، D و F) به علت ناخالصی لاکتوز (پروتئین موجود در شیر) از صافی عبور داده شدند و فرایند به پایان انجامید و حجم تمامی بشر ها به ۵۰ml رسانده شد.

تصاویر (سری چهارم)

تصویر ۱۵. نمونه ها بعد اضافه شدن آب مقطر قبل شروع فرآیند (سری چهارم)



تصویر ۱۶. نمونه ها روی هیتر در شروع فرایند (سری چهارم)

تصویر ۱۷. دماسنج نشان دهنده دمای ۹۰° در طول فرآیند (سری چهارم)

سری پنجم

زمان (سری پنجم): مدت زمان آزمایش برای تمامی بشر ها ۸۰ دقیقه بوده است

بشر "A (سری پنجم) : ۶/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "B (سری پنجم) : ۶/۰۰g لاکتوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "C (سری پنجم) : ۶/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "D (سری پنجم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۳/۰۰g لاکتوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "E (سری پنجم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "F (سری پنجم) : ۳/۰۰g لاکتوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

روش کار (سری پنجم)

ابتدا به هر بشر مواد ذکر شده به کمک ترازو و اسپاتول اضافه شد و سپس به تمامی بشرها حجم ۲۰ml آب مقطر اضافه شد و به کمک اتوکلاو که در دمای ۱۲۰° و فشار ۲۰psi تنظیم شده بود. بعد ۳۰ دقیقه دستگاه اتوکلاو به دما و فشار تنظیم شده رسید و ارلن ها به مدت زمان ۳۰ دقیقه در آن دما و فشار مشخص شده بودند .بعد از ۳۰ دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه دستگاه در حال کاهش فشار و دما بود سپس بشر های لاکتوز دار (B، D و F) به علت ناخالصی لاکتوز (پروتئین موجود در شیر) از صافی عبور داده شدند و فرایند بعد از ۸۰ دقیقه به پایان انجامید و تمامی بشر ها به حجم ۵۰ml رسانده شدند.

تصاویر (سری پنجم)

تصویر ۱۸. نمونه ها بعد اضافه شدن آب مقطر قبل شروع فرآیند (سری پنجم و ششم)

تصویر ۱۹. دماسنج اتو کلاو نشان دهنده دمای ۱۲۰° در طول فرآیند (سری پنجم و ششم)

تصویر ۲۰. فشارسنج اتوکلاو نشان دهنده فشار ۲۰psi در طول فرآیند (سری پنجم و ششم)

سری ششم

زمان (سری ششم): مدت زمان آزمایش برای تمامی بشر ها ۱۱۰ دقیقه بوده است.

بشر "A (سری ششم) : ۶/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "B (سری ششم) : ۶/۰۰g لاکتوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "C (سری ششم) : ۶/۰۰g ساکارُوز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "D (سری ششم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۳/۰۰g لاکتوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "E (سری ششم) : ۳/۰۰g گلوکز ، ۰/۳۰g آمونیوم نیترات ، ۳/۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

بشر "F (سری ششم) : ۳٫۰۰g لاکتوز ، ۰٫۳۰g آمونیوم نیترات ، ۳٫۰۰g ساکارُوز ، ۶۰ml آب مقطر اولیه

روش کار (سری ششم)

ابتدا به هر بشر مواد ذکر شده به کمک ترازو و اسپاتول اضافه شد و سپس به تمامی بشرها حجم ۲۰ml آب مقطر اضافه شد و به کمک اتوکلاو که در دمای ۱۲۰° و فشار ۲۰psi تنظیم شده بود. بعد ۳۰ دقیقه دستگاه اتوکلاو به دما و فشار تنظیم شده رسید و ارلن ها به مدت زمان ۳۰ دقیقه در آن دما و فشار مشخص شده بودند .بعد از ۳۰ دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه دستگاه در حال کاهش فشار و دما بود سپس بشر های لاکتوز دار (B، D و F) به علت ناخالصی لاکتوز (پروتئین موجود در شیر) از صافی عبور داده شدند و فرایند بعد از ۸۰ دقیقه به پایان انجامید و تمامی بشر ها به حجم ۵۰ml رسانده شدند.

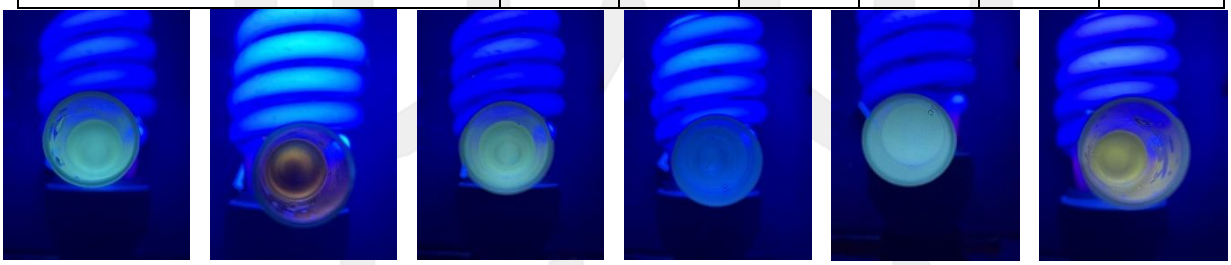
نتایج و بحث

سری اول

جدول (سری اول)

نام بشر	A	B	C	D	E	F
مواد	گلوکز	لاکتوز	ساکارز	گلوکز-لاکتوز	گلوکز-ساکارز	لاکتوز-ساکارز
جرم مواد	۶٫۰g	۶٫۰g	۶٫۰g	۳٫۰g-۳.۰g	۳٫۰g-۳.۰g	۳٫۰g-۳.۰g
دما نشان دهنده توسط دماسنج معلق در بشری روی هیتر	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵
حجم حلال (آب مقطر)	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰
حجم آب مقطر اضافه شده (۱)	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰
دمای آب مقطر اضافه شده (۱)	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵

زمان آب مقطر اضافه شده (۱)	۳۰۰ min	۳۰۰ min	۳۰۰ min	۳۰۰ min	۳۰۰ min	۳۰۰ min
حجم آب مقطر اضافه شده (۲)	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰
دمای آب مقطر اضافه شده (۲)	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵
زمان آب مقطر اضافه شده (۲)	۴۲۰ min	۴۲۰ min	۴۲۰ min	۴۲۰ min	۴۲۰ min	۴۲۰ min
حجم آب مقطر اضافه شده (۳)	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml
دمای آب مقطر اضافه شده (۳)	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵
زمان آب مقطر اضافه شده (۳)	۴۵۰ min	۴۵۰ min	۴۵۰ min	۴۵۰ min	۴۵۰ min	۴۵۰ min
زمان	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min
رنگ اولیه (بدون UV)	مشکی	زرد کم رنگ	بی رنگ	زرد	مشکی	زرد کم رنگ
رنگ ثانویه (در معرض UV)	زرد	سبز کم رنگ	ابی	سبز	نارنجی	سبز
حجم نهایی	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml



تصویر۲۱. نمونه A در معرض نور UV (سری اول)

تصویر۲۲. نمونه B در معرض نور UV (سری دوم)

تصویر۲۳. نمونه C در معرض نور UV (سری اول)

تصویر۲۴. نمونه D در معرض نور UV (سری اول)

تصویر۲۵. نمونه E در معرض نور UV (سری اول)

تصویر۲۶. نمونه F در معرض نور UV (سری اول)

همانطور که مشاهده می کنید در سری اول رنگ نور تمامی نمونه ها در معرض نور UV طول موج پایینی دارند و این امر نشان دهنده گپ انرژی بلند آنها است.

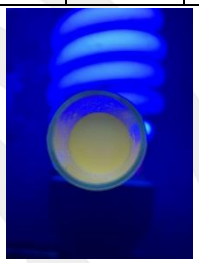
سری دوم

جدول (سری دوم)

نام بشر	A '	B '	C '	D '	E '	F '
مواد	گلوکز	لاکتوز	ساکارز	گلوکز-لاکتوز	گلوکز-ساکارز	لاکتوز-ساکارز
جرم مواد	۶/۰g	۶/۰g	۶/۰g	۳/۰g-۳.۰g	۳/۰g-۳.۰g	۳/۰g-۳.۰g
دما نشان دهنده توسط دماسنج معلق در بشری روی هیتر	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°
حجم حلال (آب مقطر)	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰
حجم آب مقطر اضافه شده (۱)	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰
دمای آب مقطر اضافه شده (۱)	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°
زمان آب مقطر اضافه شده (۱)	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min
حجم آب مقطر اضافه شده (۲)	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰
دمای آب مقطر اضافه شده (۲)	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°
زمان آب مقطر اضافه شده (۲)	۱۸۰ min	۱۸۰ min	۱۸۰ min	۱۸۰ min	۱۸۰ min	۱۸۰ min
حجم آب مقطر اضافه شده (۳)	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml
دمای آب مقطر اضافه شده (۳)	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°
زمان آب مقطر اضافه شده (۳)	۲۱۰ min	۲۱۰ min	۲۱۰ min	۲۱۰ min	۲۱۰ min	۲۱۰ min
حجم آب مقطر اضافه شده (۴)	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml
دمای آب مقطر اضافه شده (۴)	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°
زمان آب مقطر اضافه شده (۴)	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min
زمان	۲۷۰ min	۲۷۰ min	۲۷۰ min	۲۷۰ min	۲۷۰ min	۲۷۰ min

مشکی	مشکی	مشکی	زرد	مشکی	مشکی	رنگ اولیه (بدون UV)
نارنجی	زرد	زرد پر رنگ	زرد	زرد پر رنگ	زرد پر رنگ	رنگ ثانویه (در معرض UV)
۵۰ ml	۵۰ ml	۵۰ ml	۵۰ ml	۵۰ ml	۵۰ ml	حجم نهایی

تصویر۲۷. نمونه 'A در معرض نور UV (سری دوم)



تصویر۲۸. نمونه 'B در معرض نور UV (سری دوم)

تصویر۲۹. نمونه 'C در معرض نور UV (سری دوم)

تصویر۳۰. نمونه 'D در معرض نور UV (سری دوم)

تصویر۳۱. نمونه 'E در معرض نور UV (سری دوم)

تصویر۳۲. نمونه 'F در معرض نور UV (سری دوم)

در سری دوم رنگ نور تمامی نمونه ها در معرض نور UV در طیف رنگی زرد و نارنجی است که نسبت به سری اول طول موج بیشتری دارند و دلیل آن تجربه دمای بالاتر نمونه ها در این سری نسبت به سری اول است.

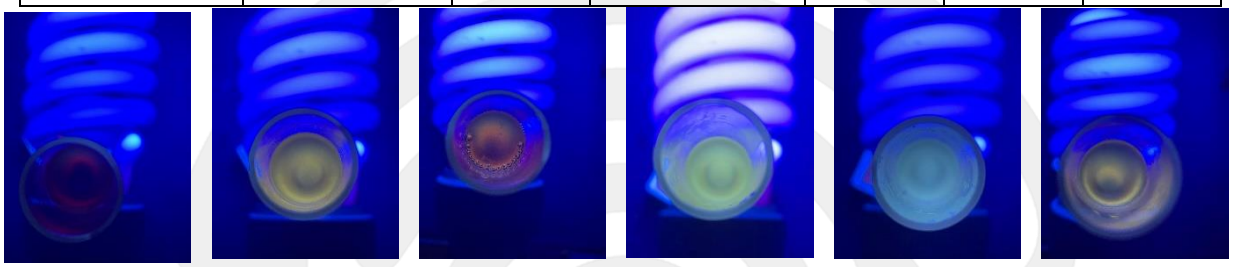
سری سوم

جدول (سری سوم)

نام بشر	A	B	C	D	E	F
مواد	گلوکز نیترات امونیوم	لاکتوز نیترات امونیوم	ساکارز نیترات امونیوم	گلوکز-لاکتوز نیترات امونیوم	گلوکز-ساکارز نیترات امونیوم	لاکتوز-ساکارز نیترات امونیوم
جرم مواد	۶/۰g-۰/۳۰g	۶/۰g-۰.۳۰g	۶/۰g-۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g
دما نشان دهنده توسط دماسنج معلق	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵

در بشری روی هیتر						
حجم حلال (آب مقطر)	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰
حجم آب مقطر اضافه شده (۱)	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰
دمای آب مقطر اضافه شده (۱)	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵
زمان آب مقطر اضافه شده (۱)	۶۰ min	۶۰ min	۶۰ min	۶۰ min	۶۰ min	۶۰ min
حجم آب مقطر اضافه شده (۲)	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰	ml۲۰
دمای آب مقطر اضافه شده (۲)	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵
زمان آب مقطر اضافه شده (۲)	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min	۹۰ min
حجم آب مقطر اضافه شده (۳)	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml
دمای آب مقطر اضافه شده (۳)	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵	°۷۵
زمان آب مقطر اضافه شده (۳)	۱۲۰ min	۱۲۰ min	۱۲۰ min	۱۲۰ min	۱۲۰ min	۱۲۰ min
زمان	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min	۲۴۰ min
رنگ اولیه (بدون UV)	مشکی	نارنجی پر رنگ	زرد	مشکی	نارنجی پر رنگ	مشکی

قرمز پر رنگ	زرد	نارنجی	سبز کم رنگ	آبی کم رنگ	زرد کم رنگ	رنگ ثانویه (در معرض UV)
۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	حجم نهایی



تصویر۳۳. نمونه A در معرض نور UV (سری سوم)

تصویر۳۴. نمونه B در معرض نور UV (سری سوم)

تصویر۳۵. نمونه C در معرض نور UV (سری سوم)

تصویر۳۶. نمونه D در معرض نور UV (سری سوم)

تصویر۳۷. نمونه E در معرض نور UV (سری سوم)

تصویر۳۸. نمونه F در معرض نور UV (سری سوم)

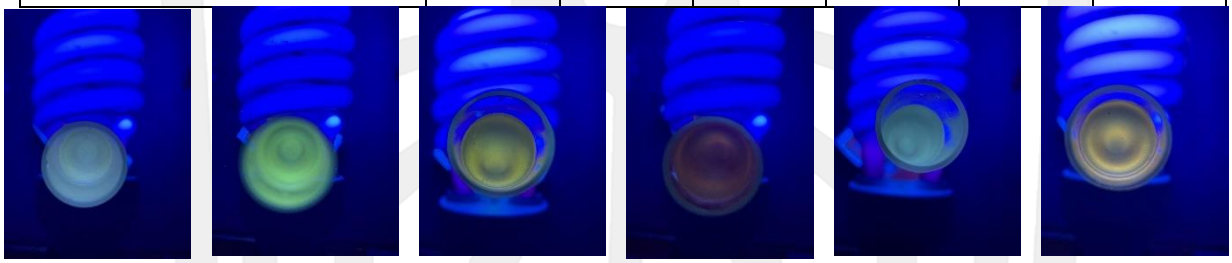
در سری سوم رنگ نور نمونه ها در معرض نور UV تقریبا تمامی طیف های رنگی را پوشش داده است و می توان گفت در سری سوم از هر رنگ یک نمونه وجود دارد و در مقایسه با سری اول که هر دو سری دما یکسانی را نیز تجربه کرده اند هر دو رنگ های مشترکی در طول موج پایین دارند اما در سری سوم رنگ ها با طول موج بالاتر هم دیده می شوند به دلیل وجود مواد امین دار (آمونیوم نیترات) رنگ هایی با طول موج بالاتر مثل قرمز و نارنجی هم دیده می شود.

سری چهارم

جدول (سری چهارم)

نام بشر	A '	B '	C '	D '	E '	F '
مواد	گلوکز امونیوم نیترات	لاکتوز امونیوم نیترات	ساکارز امونیوم نیترات	گلوکز-لاکتوز امونیوم نیترات	گلوکز-ساکارز امونیوم نیترات	لاکتوز-ساکارز امونیوم نیترات
جرم مواد	۶/۰g-۰.۳۰g	۶/۰g-۰.۳۰g	۶/۰g-۰.۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g

دما نشان دهنده توسط دماسنج معلق در بشری روی هیتر	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°	۹۰°
حجم حلال (آب مقطر)	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰	ml۶۰
زمان	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min
رنگ اولیه (بدون UV)	مشکی	نارنجی پر رنگ	مشکی	مشکی	زرد کم رنگ	نارنجی
رنگ ثانویه(در معرض UV)	زرد کم رنگ	آبی کم رنگ	نارنجی پر رنگ	زرد	سبز کم رنگ	سفید
حجم نهایی	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml



تصویر۳۹. نمونه 'A در معرض نور UV (سری چهارم)

تصویر۴۰. نمونه 'B در معرض نور UV (سری چهارم)

تصویر۴۱. نمونه 'C در معرض نور UV (سری چهارم)

تصویر۴۲. نمونه 'D در معرض نور UV (سری چهارم)

تصویر۴۳. نمونه 'E در معرض نور UV (سری چهارم)

تصویر۴۴. نمونه 'F در معرض نور UV (سری چهارم)

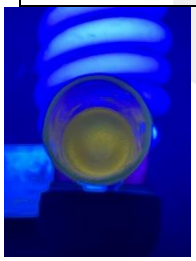
در سری چهارم رنگ نور نمونه ها در معرض نور UV علاوه بر این که رنگ نور های مشترکی با سری دوم دارد رنگ نور هایی با طول موج پایین نیز دارد و مپل سری سوم تقریبا تمامی طیف های رنگی را پوشش داده است.

سری پنجم

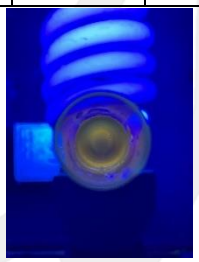
جدول (سری پنجم)

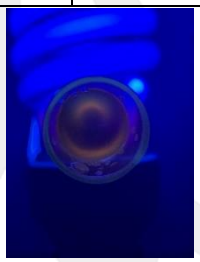
نام بشر	A"	B"	C"	D"	E"	F"
مواد	گلوکز امونیوم نیترات	لاکتوز امونیوم نیترات	ساکارز امونیوم نیترات	گلوکز-لاکتوز	گلوکز-ساکارز	لاکتوز-ساکارز

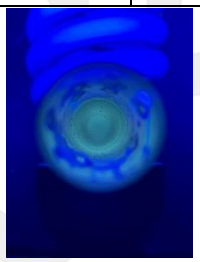
				امونیوم نیترات	امونیوم نیترات	امونیوم نیترات
جرم مواد	۶/۰g-۰.۳۰g	۶/۰g-۰.۳۰g	۶/۰g-۰.۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g
دمای تنظیمی برای اتوکلاو	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°
حجم حلال (آب مقطر)	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml
زمان	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min	۴۸۰ min
رنگ اولیه (بدون UV)	بی رنگ	زرد کم رنگ	بی رنگ	زرد کم رنگ	بی رنگ	زرد کم رنگ
رنگ ثانویه (در معرض UV)	زرد	فیروزه ای	نارنجی پر رنگ	زرد پر رنگ	زرد کم رنگ	زرد
حجم نهایی	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml

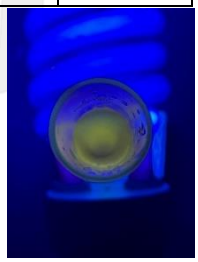

تصویر۵۰. نمونه "F در معرض نور UV (سری پنجم)

تصویر۴۹. نمونه "E در معرض نور UV (سری پنجم)


تصویر۴۸. نمونه "D در معرض نور UV (سری پنجم)


تصویر۴۷. نمونه "C در معرض نور UV (سری پنجم)


تصویر۴۶. نمونه "B در معرض نور UV (سری پنجم)


تصویر۴۵. نمونه "A در معرض نور UV (سری پنجم)

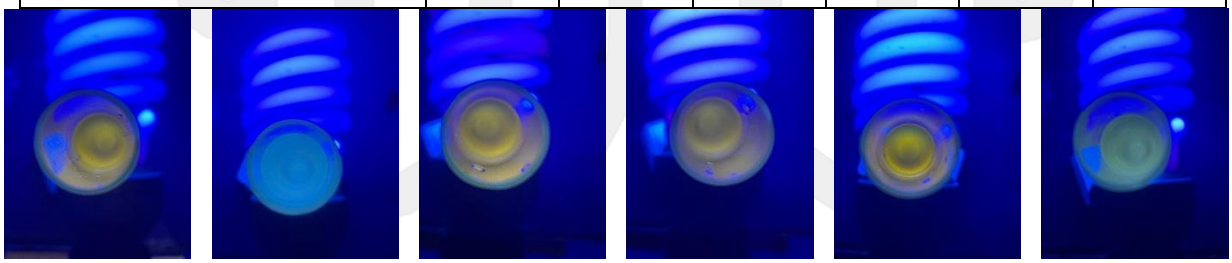
در سری چهارم رنگ نور نمونه ها در معرض نور UV اکثرا طول موج بالایی دارند مثل قرمز و نارنجی ولی دو نمونه هم تقریبا رنگ سبز دارند که هر دو نمونه لاکتوز دار هستند

سری ششم

جدول (سری ششم)

نام بشر	A"	B"	C"	D"	E"	F"

مواد	گلوکز	لاکتوز	ساکارز	گلوکز-لاکتوز	گلوکز-ساکارز	لاکتوز-ساکارز
	امونیوم نیترات	امونیوم نیترات	امونیوم نیترات	امونیوم نیترات	امونیوم نیترات	امونیوم نیترات
جرم مواد	۶/۰g-۰.۳۰g	۶/۰g-۰.۳۰g	۶/۰g-۰.۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g	۳/۰g-۳.۰g ۰/۳۰g
دمای تنظیمی برای اتوکلاو	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°	۱۲۰°
حجم حلال (آب مقطر)	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml	۲۰ml
زمان	۸۰ min	۸۰ min	۸۰ min	۸۰ min	۸۰ min	۸۰ min
رنگ اولیه (بدون UV)	بی رنگ	زرد	زرد کم رنگ	زرد کم رنگ	بی رنگ	زرد کم رنگ
رنگ ثانویه (در معرض UV)	سبز کم رنگ	زرد	زرد کم رنگ	زرد	آبی	زرد
حجم نهایی	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml	۵۰ml



تصویر۵۱. نمونه "A در معرض نور UV (سری ششم)

تصویر۵۲. نمونه "B در معرض نور UV (سری ششم)

تصویر۵۳. نمونه "C در معرض نور UV (سری ششم)

تصویر۵۴. نمونه "D در معرض نور UV (سری ششم)

تصویر۵۵. نمونه "E در معرض نور UV (سری ششم)

تصویر۵۶. نمونه "F در معرض نور UV (سری ششم)

در سری ششم رنگ نور نمونه ها در معرض نور UV اکثرا طول موج متوسط دارند و نسبت به سری پنجم رنگ نور نمونه ها طول موج پایین تری دارند علاوه بر اینکه در سری ششم رنگ نور هایی با طول موج بسیار پایین مثل آبی آسمانی هم دیده می شود.

جدول رنگ ثانویه (در معرض UV) (تمامی سری ها)

سری ششم*	سری پنجم*	سری چهارم*	سری سوم*	سری دوم	سری اول	ترکیبات بشر
سبز کم رنگ	زرد	زرد کم رنگ	زرد کم رنگ	زرد پر رنگ	زرد	گلوکز
زرد	فیروزه ای	آبی کم رنگ	آبی کم رنگ	زرد	سبز کم رنگ	لاکتوز
زرد کم رنگ	نارنجی پر رنگ	نارنجی پر رنگ	سبز کم رنگ	زرد پر رنگ	آبی	ساکارز
زرد	زرد پر رنگ	زرد	نارنجی	زرد پر رنگ	سبز	گلوکز - لاکتوز
آبی	زرد کم رنگ	سبز کم رنگ	زرد	زرد	نارنجی	گلوکز - ساکارز
زرد	زرد	سفید	قرمز پر رنگ	نارنجی	سبز	لاکتوز - ساکارز

*: نمونه های دارای نیترات آمونیوم

گلوکز ، در سری سوم و چهارم نسبت به سری اول و دوم تغییر رنگ قابل توجهی نداشته است که نشان دهنده تاثیر بسیار کم آمونیوم نیترات بر افزایش اندازه ذرات کوانتومی بوده است ؛ دما تاثیر کمی داشته است و اما در سری ششم رنگ سبز دیده شده است دلالت بر این دارد که کوانتوم دات ها نسبت به سری های قبلی اندازه های کمتری دارد که نشان دهنده اهمیت بالاتر زمان نسبت به فشار برای سنتز کوانتوم دات ها در این ماده است.

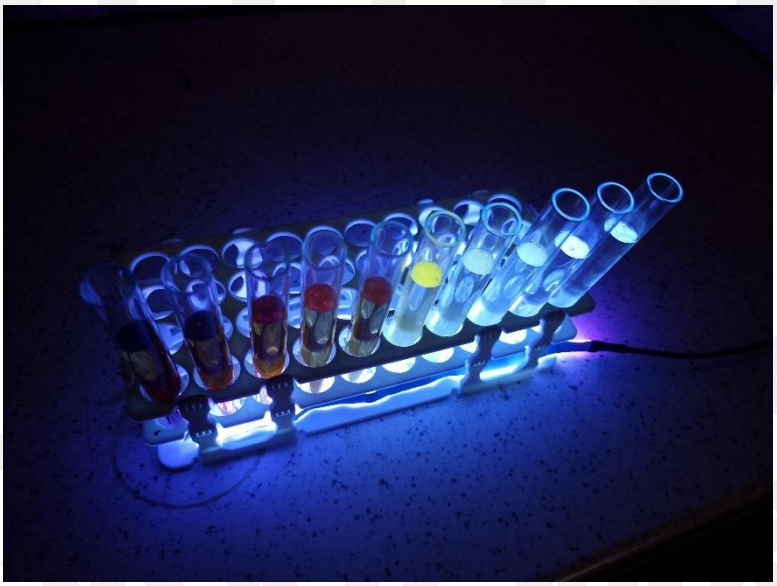
لاکتوز ، در سری سوم و چهارم نسبت به سری اول و دوم کوانتوم دات ها کاهش اندازه داشتند که نشان دهنده تاثیر عکس آمونیوم نیترات بر روی اندازه ذرات کوانتومی بوده است ؛ دما تاثیر کمی داشته است و اما در سری ششم و پنجم شاهد افزایش اندازه کوانتوم دات ها نسبت به سری های قبلی بوده ایم که نشان دهنده تاثیر خوب فشار بر لاکتوز بوده است.

ساکارز ، در سری سوم و چهارم نسبت به سری اول و دوم اندازه کوانتوم دات ها افزایش داشتند که نشان دهنده تاثیر خوب آمونیوم نیترات بر افزایش اندازه کوانتوم دات ها بوده است ؛ همچنین ذرات کوانتومی در سری دوم و چهارم نسبت به سری اول و سوم اندازه بزرگتری داشتند که نشان دهنده اهمیت بیشتر دما نسبت به زمان برای این نمونه بوده است و اما اندازه کوانتوم دات ها در سری پنجم و ششم با بقیه سری ها تفاوت خاصی ندارد که نشان دهنده تاثیر بسیار کم فشار بر این نمونه است.

گلوکز - لاکتوز ، در سری سوم و چهارم نسبت به سری اول و دوم کوانتوم دات ها افزایش اندازه داشتند که این امر نشان دهنده تاثیر خوب آمونیوم نیترات بر روی اندازه ذرات کوانتومی بوده است ؛ دما تاثیر چندانی نداشته است و اما اندازه کوانتوم دات ها در سری پنجم و ششم با بقیه سری ها تفاوت خاصی ندارد که نشان دهنده تاثیر بسیار کم فشار بر این نمونه است.

گلوکز - ساکارز ، در سری سوم و چهارم نسبت به سری اول و دوم کوانتوم دات ها کاهش اندازه داشتند که نشان دهنده تاثیر عکس آمونیوم نیترات بر روی اندازه ذرات کوانتومی بوده است ؛ اندازه کوانتوم دات ها در سری اول و سوم نسبت به سری دوم چهارم افزایش داشتند که این امر نشان دهنده تاثیر عکس دما با اندازه کوانتوم دات ها در این نمونه است ولی در سری ششم رنگ آبی دیده شده است که دلالت بر این دارد که کوانتوم دات ها نسبت به سری های قبلی اندازه های کمتری دارد که نشان دهنده اهمیت بالاتر زمان نسبت به فشار برای سنتز کوانتوم دات ها در این نمونه است.

لاکتوز - ساکارز ، در سری سوم و چهارم نسبت به سری اول و دوم کوانتوم دات ها افزایش اندازه داشتند که این امر نشان دهنده تاثیر خوب آمونیوم نیترات بر روی اندازه ذرات کوانتومی بوده است ؛ دما تاثیر کمی داشته است و اما در سری پنجم و ششم اندازه کوانتوم دات ها نسبت به سری های قبلی اندازه کمتری دارند که دلالت بر اهمیت بالاتر زمان نسبت به فشار برای سنتز کوانتوم دات ها در این نمونه دارد.



منابع و مراجع

۱. Lingling, Li. *focusing on luminescent graphene quantum dots: current status and future perspectives*. Nanoscale, ۲۰۱۳

۲. Yongqiang, Dong. *Graphene Quantum Dot as a Green and Facile Sensor for Free Chlorine in Drinking Water.* Analytical Chemistry, ۲۰۱۲

۳. Xin-Hao, Li. *synthesis of Monolayer-Patched Graphene from Glucose.* Nanomaterials, ۲۰۱۲

۴. Yongqiang, Dong. *luminescent graphene quantum dots and graphene oxide prepared by tuning the carbonization degree of citric acid.* Elsevier, ۲۰۱۲

۵. Bo, Liang. *Study of direct electron transfer and enzyme activity of glucose oxidase on graphene surface.* Elsevier, ۲۰۱۵

۶. Yong, Liu. *biocompatible Graphene Oxide-Based Glucose Biosensors.* Langmuir, ۲۰۱۰

۷. احمدی، کبری.آشنایی با *نقاط کوانتومی و آموزش ساده ی آن*. دانشگاه سمنان، ۱۳۹۲

با تشکر از اقای کشاورزی نژاد، خانواده منافی و مرکز ابن سینا