بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

دانشگاه کاشان

پژوهشکده علوم وفناوری نانو

پایان‌نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته علوم و فناوری نانو

گرایش نانوشیمی

عنوان:

سنتز، شناسایی و کنترل شکل نانوساختارهای جیوه (II) و آنتیموان (III) سولفید به روش هیدروترمال

استاد راهنما:

پروفسور مسعود صلواتی نیاسری

به وسیله:

پروانه قادری شیخی آبادی

تیرماه 1390

«نا چیزتر از آن است که تقدیم را شایسته باشد»

تقدیم به:

به روح بزرگ پدرم و دست‌های زحمت کش مادرم،

که گامهایش، طنین شکفتن را جاری ساخت و دستهایش، چه روشن،تاریکی‌هایم را دور کرد و جوانه امید را بر شاخه کلامش احساس کردم.

تشکر و قدرانی:

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. بر خود لازم می دانم از تمامی اساتید بزرگوار و به ویژه اساتید دوره کارشناسی ارشد که در طول تحصیل مرا در کسب علم و معرفت و فضائل اخلاقی یاری نموده اند، تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد گرانقدر جناب آقای **پروفسور مسعود صلواتی-نیاسری** که مسئولیت راهنمایی و مشاوره اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان نامه تقبل نموده و با دقت و سعه صدر، راهنمایی های ارزنده و مشاوره های دلسوزانه به من یاری رسانده تشکر و قدردانی می کنم و برای این عزیز سلامتی و توفیق روزافزون از آستان خداوند متعال مسئلت دارم.

هم‌چنین از خانم دکتر داور به خاطر راهنمای‌های دلسوزانه و سازنده‌اش در انجام صحیح آزمایشات، تشکر فراوان دارم.

همچنین از تشریک مساعی جناب آقای دکتر اکبری به عنوان استاد داور خارج از دانشگاه و جناب آقای دکتر همدانیان به عنوان استاد داور داخل که این پایان نامه را مورد مطالعه قرار داده و در جلسه دفاعیه شرکت نموده اند تشکر و قدردانی می کنم.

در ضمن از جناب آقای دکتر بهرامیان که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه قبول زحمت نمودند سپاسگزاری می نمایم.

چکیده:

نانو ساختارهای HgS و Sb_2S_3 با روش هیدروترمال با استفاده از تیوگلیکولیک اسید (TGA)، نیترات جیوه یک آبه($Hg(NO_3)_2.H_2O$) و کلرید آنتیموان ($SbCl_3$) به عنوان پیش ماده ساخته شد. محصولات ساخته شده، با الگوی پراش اشعه X (XRD)، طیف تفرق انرژی اشعه‌ی ایکس (EDX)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، طیف ماوراء بنفش- مرئی (UV-vis) و اسپکتروسکوپی فتولومینسانس (PL)، طیف تبدیل فوریه مادون قرمز (FT-IR) شناسایی شدند. اثر غلظت واکنشگرها، دمای واکنش، زمان واکنش، عوامل کمپلکس دهنده و امواج اولتراسونیک بر روی ساختار بلوری و شکل محصولات مورد تحقیق قرار گرفت. مطالعات ما نشان داد که، TGA برای رشد ناهمسانگرد سولفید فلزات مختلف مفید می‌باشد.

کلمات کلیدی: هیدروترمال، نانو ساختارها، مواد نیمه رسانا، سولفید جیوه، سولفید آنتیموان.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: معرفی..... 1

1- مقدمه..... 2

1-1- نانو..... 2

1-2- نانومواد 2

1-3- نانوفناوری 4

1-4- تاریخچه فناوری نانو 6

1-5- خواص نانو مواد..... 8

1-6- روشهای تهیه نانوساختارها 11

1-6-1- روش سل-ژل 14

1-6-2- میکروامولسیون 17

1-6-2-1- تعریف مایسل 18

1-6-3- سونو شیمی 22

1-6-3-1- عوامل مؤثر بر فرآیند سونو شیمیایی..... 23

1-6-3-2- روشهای مختلف سونوشیمی 25

1-6-4- هیدروترمال وسولوترمال 25

1-6-4-1- دستگاه در روش هیدروترمال 31

1-6-4-2- سیستمهای "جریان پیوسته" 33

1-6-4-3- مروری برنانو ساختارهای تهیه شده به روش هیدروترمال 36

1-7- نانوساختارهای یک بعدی 50

1-7-1- راهبردها برای به دست آوردن رشد یک بعدی 51

1-7-2- مروری بر روش‌های تهیه نانوساختارهای یک بعدی Sb_2S_3 53

1-7-3- مروری بر روشهای تهیه نانوساختارهای یک بعدی HgS 60

فصل دوم:بخش تجربی..... 64

2-1- مواد، وسایل و دستگاه‌های مورد استفاده 65

2-1-1- مواد شیمیایی. 65

2-1-2- وسایل آزمایشگاهی 65

2-1-3- دستگاه‌های مورد استفاده جهت شناسایی محصولات 65

2-2- روش انجام آزمایش 67

2-2-1- تهیه نانوساختارهای جیوه سولفید با انواع ساختارها 67

2-2-2- تهیه نانو ساختارهای سولفید آنتیموان با ساختارهای مختلف 68

2-2-2-1- تهیه نانو ساختارهای سولفید آنتیموان بدون عامل کمپلکس دهنده 68

2-2-2-2- تهیه‌ی نانو ساختارهای سولفید آنتیموان در حضور عوامل کمپلکس دهنده..... 70

2-3- آماده سازی نمونه جهت تصویر برداری SEM 72

2-4- آماده سازی نمونه جهت تصویر برداری TEM 73

2-5- آماده سازی نمونه برای بررسی خواص نوری 73

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری..... 74

3-1- مقدمه: 75

3-2- تهیه نانو ساختارهای Sb_2S_3 به روش هیدروترمال 76

3-2-1- تهیه نانو ساختارهای Sb_2S_3 بدونه عوامل کمپلکس دهنده 76

3-2-2-1- نتایج پراش اشعه X (XRD) 78

3-2-2-2- نتایج EDX 79

3-2-2-3 طیف سنجی FT-IR 81

3-2-3- طیف PL..... 81

3-2-4- تصاویر SEM نانوساختارهای Sb_2S_3 85

3-2-4-1- بررسی اثر غلظت تیوگلیکولیک اسید بر ساختار محصول 86

3-2-4-2- بررسی اثر دما بر مورفولوژی محصول 92

3-2-4-3- بررسی اثر زمان بر مورفولوژی محصولات 96

3-2-4-4- تصاویر SEM نانو ساختارهای آنتیموان سولفید تهیه شده با عوامل کمپلکس کننده 99

3-2-4-5- تصاویر SEM نانو ساختارهای آنتیموان سولفید تهیه شده به روش اولتراسونیک 104

3-3- بررسی سازوکار تشکیل نانوساختارهای مختلف Sb_2S_3 104

3-4- تهیه نانو ساختارهای HgS به روش هیدروترمال در حضور تیوگلیکولیک اسید 109

3-4-1- بحث و نتیجه گیری داده‌ها 112

3-4-1-1- بررسی آنالیز فاز به روش پراش اشعه ایکس (XRD) 112

3-4-1-2- آنالیز EDX 112

3-4-1-3- طیف سنجی FT-IR 114

3-4-1-4- طیف جذبی UV-vis 115

3-4-2- تصاویر TEM و SEM نانوساختارهای HgS 117

3-4-2-1- بررسی اثر غلظت تیوگلیکولیک اسید بر مورفولوژی محصول 118

3-4-2-2- بررسی اثر دما بر مورفولوژی محصول 125

3-4-2-3- بررسی اثر زمان بر مورفولوژی محصولات 127

3-4-2-4- تصاویر SEM نانو ساختارهای جیوه سولفید تهیه شده به روش اولتراسونیک . 129

3-5- بررسی سازوکار تشکیل نانوساختارهای مختلف HgS 130

3-6- نتیجه‌گیری 134

فهرست 138

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (1-1) مقایسه اجزاء مختلف بر حسب اندازه. 10

شکل (1-2) شماتیک روش‌های بالا به پایین و پایین به بالا. 12

شکل (1-3) طرح شماتیکی از خلاصه‌ی فرایند سل – ژل..... 17

شکل (1-4) تشکیل انواع مایسل و ارتباط پایداری آنها با دما. 19

شکل(1-5) سازوکار تشکیل نانوذرات فلزی یا اکسید فلزی با روش میکروامولسیون. 20

شکل(1-6) سازوکار تشکیل نانوذرات فلزی یا اکسید فلزی با روش میکروامولسیون..... 21

شکل (1-7) تقسیم بندی روش سونوشیمی. 25

شکل (1-8) رشد اولین کوارتز به روش هیدروترمال. 26

شکل (1-9) مقایسه تولید مواد با روش هیدروترمال با روش آسیاب گلوله‌ی. 31

شکل(1-10) الگو و نوعی اتوکلاو مورد استفاده در فرآیند هیدروترمال. 32

شکل (1-11) دیاگرام یک جریان پیوسته هیدروترمال راکتور برای تولید نانوذرات. 34

شکل (1-12) نانو ذرات اکسید آهن تهیه شده در شرایط هیدروترمال-مایکروویو 35

شکل (1-13) شماتیک تکامل تدریجی شکل Sb_2S_3 از ساختار گل مانند به نانو میله.....36

شکل (1-14) نانوساختار Sb_2S_3 در سیستم پیوسته به مدت (a) 24 ، (b) 12 و (c) 18 ساعت در فرآیند هیدروترمال 36

شکل (1-15) نانو پیله‌های $BiPO_4$ تهیه شده در شرایط هیدروترمال200^oC به مدت 1 ساعت 37

شکل (1-16) نانو میله‌های $BiPO_4$ تهیه شده در شرایط هیدروترمال 200°C به مدت 3 ساعت 38
شکل (1-17) نانو ساختارهای $BiPO_4$ تحت شرایط هیدروترمال در100ºC (a) 0/5، (b) 2، (c) 4 و (d) 12 ساعت 38
شکل (1-18) پودر ایندیوم وانادات (a) واکنش حالت جامد و در شرایط هیدروترمال تحت 200ºC (b) 12 ، (c) 24 و (d) 48 ساعت 39
شکل (1-19) نانو ذرات ایندیوم وانادات در 200ºC به مدت 24 ساعت در حضور سورفکتانت‌های (a) SDS، (b) pH=7 ، CTAB، (c) CTAB, pH=6، (d) PVP و (e) EDTA 40
شکل (1-20) نانو ذرات کروم نیترید تهیه شده در شرایط هیدروترمال 41
شکل (1-21) نانوسیم‌های سیلسیوم کاربید تهیه شده در شرایط هیدروترمال 42
شکل (1-22) شماتیک رشد نانو تسمه‌های تیتانیوم به صورت (a) رشد در قالب الگو و (b) رشد مارپیچی و به یکدیگر پیوستن 42
شکل (1-23) تصاویر SEM پنج نمونه از نانو ساختارهای تلور بعد از فرآیند هیدروترمال برای (a) 5، (b) 8، (c, d) 12، (e)16 و (f) 20 ساعت 43
شکل (1-24) شماتیک تعامل میان یون فلزی و لیگاند (a) تک دندانه‌ی و (b) چند دندانه‌ی 44
شکل (1-25) نانولوله‌های قلع سولفید تهیه شده در شرایط هیدروترمال 45
شکل (1-26) نانو ساختارهای سولفید ایندیوم تهیه شده به روش هیدروترمال در 80ºC بمدت (a) 6، (b) 12، (c) 24 ساعت و طیف EDX این نانو ساختار 46

شکل (1-27) تصاویر SEM نانوساختار In_2S_3 به ترتیب تحت شرایط هیدروترمال در C 140^o برای 16 ساعت 47

شکل (1-28) نانو ساختارهای In_2S_3 با منابع گوگرد مختلف (a) 0/8 میلی مول سیستئین، (b) 3/2 میلی مول سیستئین و (c) 1/8 میلی مول مرکوپاتو پرپانویک اسید. 48

شکل (1-29) نانو ساختارهای Sb_2S_3 منابع گوگرد:$Na_2S.9H_2O$ (a) $Na_2S.9H_2O$ (b) ، Tu (c) TAA 49

شکل (1-30) نانو ساختارهای Bi_2S_3 منابع گوگرد: $Na_2S.9H_2O$ (a) $Na_2S.9H_2O$ (b) ، Tu (c) TAA 49

شکل (1-31) شکل‌های مختلفی از نانوساختارهای یک بعدی گزارش شده: (a) نانو میله، (b) ساختار هسته-پوسته با هسته‌ای از فلزات، نیمه رساناها ویا اکسید فلزات، (c) نانو لوله یا نانو پیپ و نانو سیم‌های تو خالی، (d) ساختار نامتجانس، (e) نانو کمربند،(f) نانو بند یا نوار، (g) درختی، (h) ساختارهای درجه بندی شده، (i) نانو کره‌های متجمع شده و (j) نانو فنر 51

شکل (1-32) تصاویر SEM Sb_2S_3 (a) نانو لوله‌های Sb_2S_3 در حضور EDTA و (b) ودر غیاب آن 53

شکل (1-33) تصاویر SEM از Sb_2S_3 در200^oC در حضور مقادیر کوپلیمر (a)1,گرم، 6ساعت، (b) 1گرم، 12 ساعت، (c–f) 1گرم، 24 ساعت، (g) 0/5 گرم 24 ساعت، 14 ساعت در غیاب کوپلیمر 54

شکل (1-34) تصاویرSEM, Sb_2S_3 (A) در حضور مایع یونی و 24 ساعت پرتودهی و آنیلینگ به مدت 1 ساعت در دمای (a)، (b) 120، (c) 155 و (d) 200ºC. شکل (B) در غیاب مایع یونی و 24 ساعت پرتودهی و آنیلینگ به مدت 1 ساعت در دمای (a)، (b) 120، (c) 155 و (d) 200ºC. (C) نمای این رشد در هر دو حالت 56

شکل (1-35) Sb_2S_3 TEM در160ºC به مدت (a) 3 (b) 6 و (c) 12 ساعت. 57

شکل (1-36) تصاویر SEM و Sb_2S_3 TEM تحت شرایط هیدروترمال (A) به مدت 12 ساعت در دماهای (a) 160، (b) 200، (c) 220 و (d) 240ºC. (B) در دمای240ºC به مدت (a) 1، (b) 3، (c) 8، (d) 12 ساعت 58

شکل (1-37) تصاویر Sb_2S_3 TEM تحت شرایط رفلاکس در دمای115ºCº به مدت (a) 1، (b) 3، (c) 6، (d) 12 ساعت..... 59

شکل (1-38) (a) تصویر TEM نانومیله‌های در غیاب CTAB و (b) تصویر SEM نی مانندها در حضور CTAB 60

شکل (1-39) (a) تصویر TEM نانو ذرات HgS با استفاده از $Na_2S.9H_2O$ و (b) نانو ساختارهای HgS 140ºC به مدت (a) 2، (b) 4 ساعت 61

شکل (1-40) تصاویر TEM نانو ساختارهای HgS (a) تحت 30 ساعت پرتودهی در حضور سورفکتانت، (b) تحت 30 ساعت پرتودهی در غیاب سورفکتانت، (c) بدونه هیچ گونه پرتودهی در حضور سورفکتانت.....62

شکل (1-41) تصاویر TEM نانو ساختارهای HgS تهیه شده در زمان‌های (a)24 و (b)72 ساعت. 63

شکل (2-1) (a) و (b) نمایی از اتوکلاو مورد استفاده در روش هیدروترمال و (c) شمایی از محلول واکنش مهر و موم شده درداخل آن. 66

شکل (2-2) نمای سادهای از نانو ساختارهای HgS تهیه شده به روش هیدروترمال. .69

شکل (2-3) نمای سادهای از تهیه نانو ساختارهای Sb_2S_3 به روش هیدروترمال.....71

شکل (2-4) نمای سادهای از تهیه نانو ساختارهای Sb_2S_3 در حضور عوامل کمپلکس دهنده به روش هیدروترمال.....72

شکل (3-1) تأثیر عوامل مختلف بر روی فرآیند هیدروترمال.....76

شکل (3-2) الگوی XRD نمونهی Sb_2S_3 در نسبت مولی 1:6 برای Sb:S، تحت شرایط 100°C به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 5). 79

شکل (3-3) طیف EDX نمونهی Sb_2S_3 در نسبت مولی 1:6 برای Sb:S ، تحت شرایط 100°C به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 5).....80

شکل (3-4) طیف FT-IR منحنی (a) نمونه Sb_2S_3به دست آمده در 100°C به مدت 12 ساعت با نسبت مولی Sb:S، 1:6 (نمونه شماره 5) و منحنی (b) نمونه به دست آمده در 180°C با همان شرایط نمونهی قبلی (نمونه شماره 3). 82

شکل(3-5) طیف فتولومینسانس (PL) نانوساختارهای Sb_2S_3 ساخته شده در مدت 12 ساعت با نسبت مولی Sb:S، 1:6 (a) 220°C (نمونه شماره 7)، (b) 100°C (نمونه شماره 5). 84

شکل (3-6) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 1:1 در دمای 180°C و به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 1).....88

شکل (3-7) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 3:1 در دمای 180°C و به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 2). 89
شکل (3-8) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 180°C و به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 3). 90
شکل (3-9) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 9:1 در دمای 180°C و به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 4). 91
شکل (3-10) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 100°C و به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 5). 93
شکل (3-11) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 140°C و به مدت 12 ساعت (نمونه شمار 6). 94
شکل (3-12) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 220°C و به مدت 12 ساعت (نمونه شماره 7). 95
شکل (3-13) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 180°C و به مدت 8 ساعت (نمونه شماره 8). 97
شکل (3-14) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 180°C و به مدت 18 ساعت (نمونه شماره 9). 98
شکل (3-15) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 180°C و به مدت 12 ساعت در حضور اسید سیتریک (نمونه شماره 10). .. 101
شکل (3-16) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای 180°C و به مدت 12 ساعت در حضور آسکوربیک اسید (نمونه شماره 11). 102

شکل (3-17) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 12 ساعت در حضور مالونیک اسید (نمونه شماره 12)..... 103
شکل (3-18) تصاویر SEM ساختار Sb_2S_3 سنتز شده با غلظت $TGA:Sb^{2+}$ برابر 6:1 تحت 1 ساعت امواج اولتراسونیک..... 105
شکل (3-19) طرح کلی نوع مورفولوژی و اندازهای محصول به دست آمده تحت شرایط مختلف در فرآیند هیدروترمال..... 110
شکل (3-20) الگوی XRD نمونهای به دست آمده با نسبت اتمی 1:2 برای Hg:S، تحت شرایط $180^{\circ}C$ به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 2)..... 113
شکل (3-21) طیف EDX نمونهای به دست آمده با نسبت اتمی 1:2 برای Hg:S، تحت شرایط $180^{\circ}C$ به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 2)..... 114
شکل (3-22) طیف FT-IR منحنی (a) نمونه به دست آمده در $180^{\circ}C$ به مدت 5 ساعت با نسبت اتمی Hg:S، 1:2 (نمونه شماره 2) و منحنی (b) نمونه به دست آمده به مدت 24 ساعت و با همان شرایط نمونهای قبلی (نمونه شماره 8)..... 116
شکل (3-23) طیف جذبی UV-vis نمونه به دست آمده در $180^{\circ}C$ به مدت 5 ساعت با نسبت اتمی Hg:S، 1:2 (نمونه شماره 2)..... 117
شکل (3-24) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 1:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 1)..... 120
شکل (3-25) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 2:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 2)..... 121

شکل (3-26) تصاویر TEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 2:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 2). 122
شکل (3-27) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 4:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 3)،..... 123
شکل (3-28) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 6:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 4)،..... 124
شکل (3-29) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 2:1 در دمای $150^{\circ}C$ و به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 5)،..... 126
شکل (3-30) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 2:1 در دمای $110^{\circ}C$ و به مدت 5 ساعت (نمونه شماره 6)،..... 127
شکل (3-31) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 2:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 18 ساعت (نمونه شماره 7)،..... 128
شکل (3-32) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 2:1 در دمای $180^{\circ}C$ و به مدت 24 ساعت (نمونه شماره 8)،..... 129
شکل (3-33) تصاویر SEM ساختار HgS سنتز شده با غلظت $TGA:Hg^{2+}$ برابر 2:1 تحت 1 ساعت امواج اولتراسونیک،..... 131
شکل (3-34) مسیر رشد نانو ذرات به سمت نانو درخت‌ها با کاهش غلظت تیوگلیکولیک اسید،..... 133
شکل (3-35) طرح کلی نوع مورفولوژی و اندازهای محصول به دست آمده تحت شرایط مختلف در فرآیند هیدروترمال،..... 136

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول (1-1) مقایسه‌ای میان روش تولید نانو ذرات سرامیکی به روش هیدروترمال و برخی دیگر روش‌ها.....30

جدول (2-1) انواع دستگاههای مورد استفاده.....67

جدول (3-1) شرایط و نوع نانو ساختارهای Sb_2S_3 تهیه شده به روش هیدروترمال.....77

جدول(3-2) ساختار مولکولی و ثابت اسیدی، چند اسید کمپلکس دهنده.....99

جدول (3-3) شرایط تهیه نانو ساختارهای Sb_2S_3 در حضور عوامل کمپلکس دهنده.....100

جدول (2-2) شرایط تهیه نانو ساختارهای HgS.....111

فهرست علائم واختصارات (Abbreviations)

CTAB	cetyl trimethyammonium bromide
EDTA	ethylenediaminetetraacetic acid
FT-IR	fourier Transform Infra-Red
FWHM	Full Width at Half Maximum
JCPDS	Joint Committee for Powder Diffraction Studies
nm	nanometer
µm	micrometer
PL	photolumincscent
PVP	polyvinylpyrrolidone
SDS	sodium dodecyl sulfate
SEM	scanning Electron Microscope
TEM	transmission Electron Microscope
TAA	thioacetamid
TGA	thioglicolic acid
TU	thiourea
UV-vis	ultra violate visible
EDX	energy Dispersive Analysis of X-ray

XRD	X-ray diffraction pattern
λ_{exc}	excitation wavelength