



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “*M.Sc*”
مهندسی مواد – شناسایی، انتخاب و روش ساخت مواد فلزی

عنوان :

مروری بر عوامل موثر بر توسعه پایدار فلزات غیر آهنی تولیدی در ایران

استاد راهنما :

نگارش:

فهرست مطالب

عنوان مطالب شماره صفحه

چکیده	۱
مقدمه	۲

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه	۴
۲-۱- تعریف و تاریخچه توسعه پایدار	۴
۱-۲-۱- دستورالعمل ۲۱ سازمان ملل	۶
۳-۱- ارکان اصلی توسعه پایدار	۸
۴-۱- شاخص‌های موثر بر توسعه پایدار	۱۰

فصل دوم

مروری بر مفاهیم توسعه پایدار

۱-۲- مقدمه	۱۵
۲-۲- مروری بر مفاهیم توسعه پایدار	۱۷
۱-۲-۲- جمعیت و منابع	۱۷
۲-۲-۲- درآمد جهانی و سرمایه گذاری	۱۹
۳-۲-۲- بهداشت، سلامتی و متوسط عمر	۲۱
۴-۲-۲- بیکاری و نابرابری دستمزد	۲۳
۵-۲-۲- آموزش و فناوری	۲۶
۶-۲-۲- موقعیت زنان و تبعیض جنسیتی	۲۷
۷-۲-۲- حقوق بشر، تبعیض نژادی و نسبی‌گری فرهنگی	۲۹
۸-۲-۲- پیامدهای اجتماعی کمبود آب	۳۱
۹-۲-۲- آلودگی و توسعه اقتصادی	۳۴
۱۰-۲-۲- امنیت و محیط زیست	۳۴
۱۱-۲-۲- آلودگی هوا	۳۶
۱۲-۲-۲- آلودگی آب	۴۰

۴۱	..... ۱۳-۲-۲- تهی شدن منابع طبیعی و کویرزایی
۴۳	..... ۱۴-۲-۲- مصرف انرژی
۴۴	..... ۱۵-۲-۲- از بین رفتن تنوع زیستی و محل زندگی جانداران

فصل سوم

توسعه پایدار در بخش صنعت و شاخص‌های موثر بر آن

۴۸	..... ۱-۳- مقدمه
۴۹	..... ۲-۳- صنایع معدنی و استخراجی
۵۰	..... ۱-۲-۳- شاخص‌های توسعه پایدار در صنایع معدنی و استخراجی
۵۲	..... ۱-۱-۲-۳- توسعه پایدار بخش صنایع استخراجی از دیدگاه اقتصادی
۵۳	..... ۲-۱-۲-۳- توسعه پایدار بخش صنایع استخراجی از دیدگاه زیست محیطی
۵۴	..... ۳-۱-۲-۳- توسعه پایدار بخش صنایع استخراجی از دیدگاه اجتماعی
۵۵	..... ۲-۲-۳- چهارچوب شاخص‌های توسعه پایدار در صنایع معدنی و استخراجی
۶۱	..... ۳-۳- نقش فلزات در توسعه پایدار
۶۱	..... ۴-۳- ارزیابی چرخه عمر در فرایندهای تولید فلزات
۶۸	..... ۱-۴-۳- منابع و ذخایر فلزی
۷۰	..... ۲-۴-۳- اثر عیار کانسنگ فلز
۷۱	..... ۳-۴-۳- فلزات برگشتی
۷۴	..... ۴-۴-۳- منبع تولید انرژی الکتریکی
۷۵	..... ۵-۴-۳- مالیات بر انتشار گازهای حاوی کربن

فصل چهارم

توسعه پایدار در صنایع تولید آلومینیم

۷۸	..... ۱-۴- مقدمه
۷۹	..... ۲-۴- ذخایر بوکسیت در ایران و جهان
۸۱	..... ۳-۴- تولید، عرضه و تقاضای آلومینا در ایران و جهان
۸۲	..... ۴-۴- تولید، عرضه و تقاضای آلومینیم در ایران و جهان
۸۳	..... ۵-۴- فرایندهای تولید آلومینیم
۸۳	..... ۱-۵-۴- فرایند تولید آلومینیم اولیه
۸۵	..... ۲-۵-۴- فرایند تولید آلومینیم ثانویه
۸۵	..... ۱-۲-۵-۴- آماده‌سازی قراضه آلومینیم

۸۷	۴-۲-۲- مرحله ذوب و پالایش
۸۹	۴-۶- توسعه پایدار در صنایع تولید آلومینیم
۹۱	۴-۷- ارزیابی چرخه عمر
۱۰۰	۴-۸- دیدگاه اقتصادی توسعه پایدار در صنایع تولید آلومینیم
۱۰۱	۴-۸-۱- همکاری با اقتصاد جهانی
۱۰۱	۴-۸-۲- همکاری در تامین غذای جهان
۱۰۱	۴-۸-۳- فرصت‌های شغلی
۱۰۲	۴-۹- دیدگاه زیست محیطی توسعه پایدار در صنایع تولید آلومینیم
۱۰۲	۴-۹-۱- احیای زمین، پوشش گیاهی و تنوع زیستی
۱۰۴	۴-۹-۲- مصرف انرژی در صنایع تولید آلومینیم اولیه
۱۰۸	۴-۹-۳- گازهای گلخانه‌ای
۱۰۹	۴-۹-۴- انتشار آلاینده‌ها از سلول‌های الکترولیز آلومینا
۱۱۴	۴-۹-۵- مصرف آب
۱۱۵	۴-۹-۶- پسماندهای بوکسیت، ضایعات و پسماندهای جامد
۱۱۶	۴-۹-۷- بازیابی
۱۱۷	۴-۱۰- دیدگاه اجتماعی توسعه پایدار در صنایع تولید آلومینیم
۱۱۷	۴-۱۰-۱- سلامتی و بهداشت
۱۱۸	۴-۱۰-۲- امنیت
۱۲۱	۴-۱۰-۳- آموزش و تحصیلات

فصل پنجم

نتیجه‌گیری

۱۲۴	۵-۱- نتیجه‌گیری
۱۲۷	منابع و مراجع
۱۲۷	فهرست منابع فارسی
۱۲۸	فهرست منابع لاتین
۱۳۰	چکیده انگلیسی

فهرست جدول‌ها

عنوان

شماره صفحه

جدول (۱-۱) - فصل‌های چهل‌گانه دستورالعمل ۲۱ سازمان ملل	۷
جدول (۲-۱) - شاخص‌های کمیته توسعه پایدار سازمان ملل بر اساس چهارچوب DSR	۱۲
جدول (۱-۳) - شاخص‌های اقتصادی موثر در عملکرد پایدار صنایع معدنی و استخراجی	۵۶
جدول (۲-۳) - شاخص‌های زیست محیطی موثر در عملکرد پایدار صنایع معدنی و استخراجی	۵۷
جدول (۳-۳) - شاخص‌های اجتماعی موثر در عملکرد پایدار صنایع معدنی و استخراجی	۵۹
جدول (۴-۳) - روش‌های مختلف تولید فلزات آهنی و غیرآهنی	۶۳
جدول (۵-۳) - ظرفیت تولید فلزات در برخی از کشورهای جهان در سال ۲۰۰۶ میلادی	۶۳
جدول (۶-۳) - اثرات زیست محیطی فرایندهای تولید فلزات در مرحله استخراج مواد خام و پالایش آن	۶۶
جدول (۷-۳) - عیار کانسنگ، میزان ذخیره، نرخ تولید و ارزیابی دوام ذخایر در سال ۲۰۰۷ میلادی	۶۹
جدول (۸-۳) - نرخ بازگشت برخی از فلزات آهنی و غیرآهنی	۷۲
جدول (۹-۳) - انرژی کل و پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید آلومینیم ثانویه	۷۳
جدول (۱-۴) - مهم‌ترین کانه‌های آلومینیم	۷۹
جدول (۲-۴) - ترکیب شیمیایی برخی از بوکسیت‌ها	۷۹
جدول (۳-۴) - معادن کانسنگ بوکسیت در ایران، نوع کانی، عیار آلومینا و ذخیره آن	۸۰
جدول (۴-۴) - آنالیز شیمیایی یک نوع بوکسیت در معدن جاجرم	۸۰
جدول (۵-۴) - عمده‌ترین کشورهای صاحب ذخایر و تولید کننده کانسنگ بوکسیت	۸۰
جدول (۶-۴) - عملکرد کارخانه آلومینای جاجرم و واردات آلومینا در فاصله سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ شمسی	۸۱
جدول (۷-۴) - ظرفیت تولید آلومینا در عمده‌ترین کشورهای تولید کننده آن	۸۱
جدول (۸-۴) - عملکرد سالانه واحدهای تولید آلومینیم، واردات و صادرات در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ شمسی	۸۲
جدول (۹-۴) - عمده‌ترین کشورهای تولید کننده آلومینیم در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ میلادی	۸۲
جدول (۱۰-۴) - سهم استفاده از انواع فناوری‌های الکترولیز آلومینا به روش هال/هرولت در جهان	۸۴
جدول (۱۱-۴) - مواد ورودی و خروجی در فرایند تولید آلومینیم اولیه	۹۳
جدول (۱۲-۴) - مواد ورودی در فرایند تولید آلومینیم اولیه به ازای تولید یک تن شمش آن	۹۴
جدول (۱۳-۴) - مواد خروجی از فرایند تولید آلومینیم اولیه به ازای تولید یک تن شمش آن	۹۴
جدول (۱۴-۴) - کمیت متوسط، حداقل و حداکثر ورودی‌ها و خروجی‌ها به ازای تولید یک تن بوکسیت	۹۵
جدول (۱۵-۴) - کمیت متوسط، حداقل و حداکثر ورودی‌ها و خروجی‌ها به ازای تولید یک تن آلومینا	۹۶
جدول (۱۶-۴) - کمیت متوسط ورودی‌ها و خروجی‌ها برای تولید یک تن آند	۹۶
جدول (۱۷-۴) - کمیت متوسط، حداقل و حداکثر ورودی‌ها و خروجی‌ها برای تولید یک تن آند به روش پیش‌پخت	۹۷
جدول (۱۸-۴) - مقادیر متوسط، حداقل و حداکثر ورودی‌ها و خروجی‌ها برای تولید یک تن آند به روش سودربرگ	۹۸
جدول (۱۹-۴) - کمیت متوسط، حداقل و حداکثر ورودی‌ها و خروجی‌ها برای تولید آلومینیم مذاب	۹۸
جدول (۲۰-۴) - کمیت متوسط، حداقل و حداکثر ورودی‌ها و خروجی‌ها برای یک تن شمش آلومینیم	۹۹
جدول (۲۱-۴) - کمیت انتشار گاز کربنیک در هر مرحله از فرایند تولید آلومینیم اولیه	۱۰۰

- جدول (۲۲-۴) - کمیت انتشار گاز کربنیک در هر مرحله از فرایند تولید آلومینیم اولیه ۱۰۰
- جدول (۲۳-۴) - تعداد واحدهای ارزیابی شده از نظر چرخه عمر در گزارش IAI در سال ۲۰۰۵ میلادی ۱۰۰
- جدول (۲۴-۴) - پتانسیل گرمایش جهان (آخرین اعداد تجدید نظر شده) ۱۰۸
- جدول (۲۵-۴) - کاهش تولید فلوریدهای غیرآلی از گذشته تا به امروز ۱۱۰
- جدول (۲۶-۴) - انتشار گازهای گلخانه‌ای پرفلوروکربن با توجه به فناوری تولید آلومینیم ۱۱۱
- جدول (۲۷-۴) - محدوده ترکیب شیمیایی لجن قرمز ۱۱۵

فهرست شکل‌ها

عنوان

شماره صفحه

- شکل (۱-۱) - ارتباط میان اجزا یا عناصر توسعه پایدار ۵
- شکل (۲-۱) - وابستگی توسعه پایدار به عوامل عمده موثر بر آن ۹
- شکل (۱-۲) - الگوی کلی توسعه پایدار مورد تایید دستور کار ۲۱ و کمیته توسعه پایدار سازمان ملل (CSD) ۱۶
- شکل (۱-۳) - نمودار چرخه عمر محصولات معدنی ۵۱
- شکل (۲-۳) - نظام یکپارچه چرخه عمر یک محصول ۶۲
- شکل (۳-۳) - مراحل اصلی فرایندهای پیرو و هیدرومتالورژی برای تولید نیکل ۶۴
- شکل (۴-۳) - مراحل اصلی فرایندهای پیرو و هیدرومتالورژی برای تولید مس ۶۴
- شکل (۵-۳) - مراحل اصلی فرایندهای تولید سرب و روی ۶۵
- شکل (۶-۳) - مراحل اصلی فرایند تولید آلومینیم (روش هال/ هرولت) ۶۵
- شکل (۷-۳) - مراحل اصلی فرایند تولید تیتانیوم به روش کروم ۶۵
- شکل (۸-۳) - مراحل اصلی در فرایند تولید فولاد و فولاد زنگ نزن ۶۶
- شکل (۹-۳) - مجموع کل انرژی مورد نیاز در مرحله استخراج مواد خام و پالایش آن برای تولید فلزات مختلف ۶۷
- شکل (۱۰-۳) - پتانسیل گرمایش زمین در مرحله استخراج مواد خام و پالایش آن برای تولید فلزات مختلف ۶۷
- شکل (۱۱-۳) - تاثیر نرخ فلزات بازگشتی بر تغییر پایداری و دوام ذخایر برحسب سال ۶۹
- شکل (۱۲-۳) - کاهش میانگین عیار کانسنگ مس در پایان قرن گذشته در ایالات متحده آمریکا ۷۰
- شکل (۱۳-۳) - اثر تغییرات عیار کانسنگ مس بر روی پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) ۷۰
- شکل (۱۴-۳) - اثر عیار کانسنگ بر انرژی مصرفی در فرایند تولید مس و نیکل ۷۱
- شکل (۱۵-۳) - اثر عیار کانسنگ بر تولید ضایعات جامد در فرایند تولید فلزات مختلف ۷۱
- شکل (۱۶-۳) - اثر تعداد دفعات بازگشت و نرخ بازگشتی بر روی مصرف انرژی در تولید آلومینیم ثانویه ۷۲
- شکل (۱۷-۳) - اثر تعداد دفعات بازگشت و نرخ بازگشتی بر روی پتانسیل گرمایش جهانی در تولید آلومینیم ثانویه ۷۳
- شکل (۱۸-۳) - اثر نوع منبع تامین برق بر روی انرژی مصرفی و پتانسیل گرمایش جهانی در فرایند تولید آلومینیم ۷۴
- شکل (۱۹-۳) - اثر وضع مالیات کربن بر روی قیمت فلزات مختلف ۷۶
- شکل (۱-۴) - مراحل فرایند تولید آلومینا از بوکسیت به روش بایر ۸۴
- شکل (۲-۴) - طرح یک سلول الکترولیز آلومینا با آندهای پیش پخت ۸۵
- شکل (۳-۴) - مراحل آماده‌سازی قراضه‌های آلومینیمی در صنایع تولید آلومینیم ثانویه ۸۶
- شکل (۴-۴) - برخی از روش‌های ذوب و پالایش در صنایع تولید آلومینیم ثانویه ۸۸
- شکل (۵-۴) - مراحل چرخه عمر آلومینیم از استخراج کانسنگ بوکسیت تا انهدام یا بازیابی ۹۱
- شکل (۶-۴) - مراحل تولید شمش آلومینیم اولیه ۹۲
- شکل (۷-۴) - توزیع مهم‌ترین ذخایر بوکسیت در جهان ۱۰۳
- شکل (۸-۴) - تغییرات شدت مصرف انرژی برای تولید آلومینیم اولیه در فاصله سال‌های ۱۸۹۹ تا ۱۹۹۹ میلادی ۱۰۵
- شکل (۹-۴) - مصرف کل و مصرف ویژه انرژی الکتریکی در ایران، استرالیا، اتحادیه اروپا برای تولید آلومینیم ۱۰۷
- شکل (۱۰-۴) - کاهش انتشار فلورید در صنایع آلومینیم نروژ در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ میلادی ۱۰۹

- شکل (۴-۱۱) - تغییر شدت انتشار گازهای پرفلوروکربن طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ میلادی..... ۱۱۱
- شکل (۴-۱۲) - مقایسه مجموع و سرانه انتشار گازهای پرفلوروکربن (PFC) در ایران، استرالیا و اتحادیه اروپا..... ۱۱۲
- شکل (۴-۱۳) - تولید آلومینا، میزان کاهش ویژه گازهای گلخانه‌ای پرفلوروکربن (PFCs) در فرایند تولید آلومینا..... ۱۱۳
- شکل (۴-۱۴) - چرخه تولید و بازیابی آلومینیم در سال ۲۰۰۵ میلادی..... ۱۲۹
- شکل (۴-۱۵) - تعداد حوادث و زمان‌های از دست رفته به تفکیک بخش‌های مختلف فرایند تولید آلومینیم اولیه..... ۱۱۹
- شکل (۴-۱۶) - تعداد زمان‌های از دست رفته در شرکت تولید آلومینیم آلکوا..... ۱۲۰
- شکل (۴-۱۷) - تغییرات تعداد حوادث و زمان از دست رفته در صنایع تولید آلومینیم اولیه در استرالیا..... ۱۲۱

چکیده

صنعت و فناوری یکی از شاخص‌ترین محورهای زیربنایی توسعه در اقتصاد جهانی است. محدودیت‌های زیست محیطی توسعه پایدار در بخش صنعت، با فرایندهای تولید و مصرف مواد اولیه در ارتباط مستقیم قرار دارند. با توجه به این‌که مشکلات زیست محیطی تولیدات صنعتی منحصر به یک کشور یا منطقه خاص نبوده و تهدیدی برای کل جهان به شمار می‌روند، لازم است برای کاهش و یا حذف پیامدهای زیست محیطی بخش صنعت، گروه‌های همکاری بین‌المللی مختلفی، برای اتخاذ سیاست‌های کاربردی در این زمینه تشکیل شود. در میان تمامی بخش‌های صنعت، صنایع استخراج مواد معدنی و فلزات با بیشترین چالش‌های زیست محیطی مواجه‌اند. فعالیت‌های معدنی و استخراج فلزات اثرات زیست محیطی مخربی مانند تولید ضایعات خطرناک و پساب‌های شیمیایی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و پدیده گرمایش جهانی، تهی شدن منابع تجدیدناپذیر و همچنین مشکلات بهداشتی و امنیتی کارگران و ساکنین اطراف معادن را به همراه دارند.

عملکرد پایدار در صنایع تولید فلزات غیرآهنی مانند آلومینیم، مس، سرب و روی، تنها از طریق کاهش تولید و انتشار آلاینده‌های زیست محیطی امکان‌پذیر است. ارزیابی اثرات زیست محیطی فرایندهای جدید و روش‌های موجود برای تولید فلزات اغلب مشکل بوده که علت آن بررسی حجم زیادی از ورودی‌ها و خروجی‌ها در فرایندهای تولید فلزات است. برای شناخت و بررسی آن بخش از چرخه عمر یک فلز که اثرات زیست محیطی قابل توجهی دارد، از روش ارزیابی چرخه عمر (LCA) استفاده می‌شود. در این سمینار، مهم‌ترین شاخص‌های توسعه پایدار در صنایع استخراج مواد معدنی و اثرات زیست محیطی استخراج برخی از فلزات آهنی و غیرآهنی بیان می‌شود. همچنین با توجه به چالش‌های زیست محیطی منحصر به فرد در صنایع تولید آلومینیم، عملکرد پایدار در این صنایع از سه دیدگاه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بررسی می‌شود.

طرح مفهوم توسعه پایدار در برابر توسعه به معنای عام، به علت بحران‌های زیست محیطی به وجود آمده در اثر رشد صنایع و جمعیت به ویژه در کشورهای در حال توسعه، ارائه و در سال ۱۹۸۷ میلادی در کمیسیون جهانی محیط زیست مورد بحث قرار گرفت. این کمیسیون توسعه‌ای را پایدار نامید که طی آن روند تامین نیازهای نسل حاضر، توانایی نسل‌های آینده را در تامین نیازهای خود با بحران مواجه نکند. برای گرایش به توسعه پایدار، باید وضعیت موجود به وضعیت پایدار و مطلوب، به طور پیوسته یا ناپیوسته تحول پیدا کند. هرگاه وضعیت واحدها در حالت مطلوب ادامه یابد، توسعه، پایدار خواهد بود.

فعالیت‌هایی مانند اکتشاف، استخراج و فرایندهای تولید فلزات می‌توانند با تولید ثروت، کاهش تنگدستی به ویژه در مناطق دورافتاده، بهبود سطح سلامتی، بالا رفتن کیفیت آموزش و استانداردهای زندگی در جوامع، نقش موثری در دستیابی به اهداف توسعه پایدار ایفا کنند. در بسیاری از کشورها، فعالیت‌های اجتماعی صنایع فلزی و معدنی، از جمله شاخص‌های رفاه در جوامع محسوب می‌شوند.

مفهوم عبارت توسعه پایدار در صنایع تولید فلزات، افزایش فشار برای بهبود بهره‌وری در استفاده از منابع اولیه و کاهش هر چه بیشتر تولید ضایعات جامد، پساب و انتشار آلاینده‌ها به هواست. محصولات کوچک‌تر و سبک‌تر با طول عمر بیشتر، منجر به کاهش در مصرف مواد اولیه مورد نیاز جامعه می‌شوند. از سوی دیگر استفاده مجدد و بازیابی مواد هم به چنین کاهشی در مصرف منابع اولیه، انرژی و تولید ضایعات کمک می‌کند. در میان موادی که بیش از سایرین مصرف می‌شوند، فلزات بیشترین پتانسیل بازیابی و برگشت به چرخه تولید را دارند. در کل، ادامه روند تولید فلزات در آینده برای تداوم پیشرفت جوامع به ویژه در کشورهای در حال توسعه، با توجه به پیش‌بینی رشد اقتصادی آنها، تنها از راه افزایش سطح بازیابی فلزات امکان‌پذیر است. در میان صنایع استخراج و تولید فلزات غیرآهنی، صنعت آلومینیم، چالش‌های زیست محیطی منحصر به فردی دارد. به همین دلیل کمیته‌های مختلفی در کشورهای عمده تولید کننده آن، برای نظارت عالی بر عوارض زیست محیطی این صنایع تشکیل شده است.

فصل‌های اول و دوم از این سمینار، به مروری بر تاریخچه و مفاهیم توسعه پایدار و بیان دیدگاه‌های سازمان‌های جهانی بنیانگذار و توسعه دهنده آن می‌پردازد. در فصل سوم، مهم‌ترین شاخص‌های توسعه پایدار در صنایع استخراج مواد معدنی و پیامدهای زیست محیطی استخراج برخی از فلزات آهنی و غیرآهنی بیان می‌شود. در فصل چهارم نیز با ارزیابی چرخه عمر فلز آلومینیم برای بررسی اثرات زیست محیطی تولید آن، توسعه پایدار در این صنایع از سه دیدگاه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، بررسی می‌شود.