

# توسعه پایدار در معدنکاری

گزارشی شماره ۱

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران

معاونت برنامه ریزی و توانمندسازی

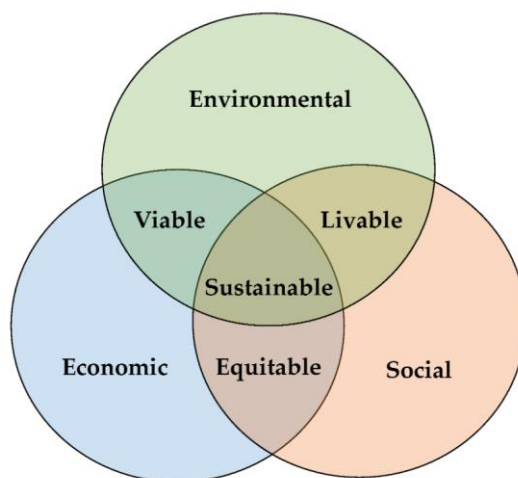
مدیریت برنامه ریزی و نظارت راهبردی

مهر ۱۴۰۳

## فصل اول: کلیات

### ۱-۱ مقدمه

توسعه کلی بشر در دهه‌های گذشته منجر به تغییرات نامطلوب آب و هوایی و بلایای طبیعی و همچنین جنگ‌ها و بی‌ثباتی سیاسی و اجتماعی-اقتصادی شده است. انسان‌ها با اعمال خود بر محیط زیست تأثیر منفی گذاشته و بقای زمین و نسل‌های آینده را به خطر می‌اندازند. این شرایط، تغییرات در رفتار را نشان می‌دهد؛ که مدیریت منطقی‌تر و کارآمدتر از تمام منابع موجود که موجب کاهش فشار و اثرات زیست محیطی حاصل از فعالیت انسانی را نیازمند می‌باشد. رفتار مسئولانه‌ای که بهره‌برداری بلندمدت از منابع را بدون به خطر انداختن نسل‌های آینده تضمین می‌کند به عنوان اصل توسعه پایدار مطرح می‌شود که در مفهوم توسعه پایدار در دهه ۷۰ و به‌ویژه دهه ۸۰ قرن گذشته در نظر گرفته می‌شود. مفهوم توسعه پایدار مبتنی بر مفهوم توسعه (توسعه اجتماعی-اقتصادی در راستای محدودیت‌های اکولوژیکی)، مفهوم نیازها (توزیع مجدد منابع برای تضمین کیفیت زندگی برای همه) و مفهوم نسل‌های آینده (امکان استفاده طولانی مدت از منابع برای تضمین کیفیت زندگی لازم برای نسل‌های آینده) است. ماهیت مفهوم توسعه پایدار برگرفته از مفهوم سه شاخص زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی است که متضمن تعادل بین سه رکن پایداری است (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱: شاخص‌های اصلی توسعه پایدار

پایداری زیست محیطی با تمرکز بر حفظ کیفیت محیط زیست که برای انجام فعالیت‌های اقتصادی و کیفیت زندگی مردم ضروری است. پایداری اجتماعی که برای تضمین حقوق بشر و برابری، حفظ هویت فرهنگی، احترام به تنوع فرهنگی، نژاد و مذهب و پایداری اقتصادی لازم برای حفظ سرمایه طبیعی، اجتماعی و انسانی مورد نیاز برای درآمد و استانداردهای زندگی تلاش می‌کند. پایداری کامل از طریق تعادل بین همه این ارکان محقق می‌شود، اما شرط لازم به راحتی به دست نمی‌آید، زیرا هر رکن پایداری در فرآیند دستیابی به اهداف خود باید به منافع سایر ارکان احترام بگذارد تا آنها را دچار عدم تعادل نکند. بنابراین، در حالی که یک ستون معین از توسعه پایدار پایدار می‌شود، برخی دیگر می‌توانند ناپایدار شوند، به خصوص وقتی پای پایداری اکولوژیکی به میان می‌آید، برقراری این تعادل می‌تواند بسیار دشوار باشد.

## ۱-۲ مفهوم توسعه پایدار

دو عنصر اساسی مفهوم توسعه پایدار، یعنی توسعه و پایداری، مقدم بر ایجاد خود این مفهوم است. به گفته شارپلی<sup>۱</sup> توسعه و پایداری می‌توانند در کنار هم قرار گیرند، جایی که هر دو می‌توانند اثرات معکوس احتمالی داشته باشند، در حالی که اقتصاددانان نئوکلاسیک تاکید می‌کنند که هیچ تناقضی بین پایداری و توسعه وجود ندارد. ساکس<sup>۲</sup> همچنین پیشنهاد می‌کند که چگونه توسعه بدون پایداری یا پایداری بدون توسعه وجود ندارد. مفهوم توسعه با مفهوم غربی گذشته امپریالیسم و استعمار مرتبط است و در آن دوره تضمین توسعه زیرساختی، قدرت سیاسی و سیاست اقتصادی بود و به امپریالیست‌ها به عنوان ابزاری عالی برای به حاشیه راندن و کاهش قدرت برخی کشورها خدمت می‌کرد. برخی از نویسندگان معنای توسعه را به توسعه اقتصادی و اصطلاح «مناطق توسعه نیافته» (که بعداً «کشورهای جهان سوم» نامیده شد) مرتبط می‌کنند که رئیس‌جمهور ایالات متحده هری ترومن<sup>۳</sup> در اواسط قرن بیستم معرفی کرد و به مناطقی با استاندارد زندگی بسیار پایین‌تر از مناطق توسعه یافته اشاره داشت.

<sup>۱</sup>Sharpley

<sup>۲</sup>Sachs

<sup>۳</sup>Harry Truman

نظریه های کلاسیک توسعه، توسعه را در چارچوب رشد و توسعه اقتصادی می دانند. بر اساس این نظریه ها، توسعه مترادف رشد اقتصادی است که هر کشور در یک مرحله خاص باید متحمل شود، که ناشی از تبدیل کشاورزی سنتی به تولید صنعتی محصولات و خدمات مختلف، یعنی انتقال از جامعه سنتی به مرحله مدرن است. این تئوری ها کشورهای در حال توسعه را کشورهایی می دانند که به دلیل تخصیص ضعیف منابع ناشی از فساد، ابتکارات اقتصادی ناکارآمد و ناکافی و همچنین ریاضت های سیاسی، نهادی و اقتصادی به وجود می آیند که در نتیجه اسیر وابستگی و سلطه می شوند. بر اساس چندین نظریه توسعه نئولیبرالی و مدرن که در ۶۰ سال گذشته ایجاد شده است. توسعه فرآیندی است که هدف آن بهبود کیفیت زندگی و افزایش ظرفیت خودکفایی اقتصادهایی است که از نظر فنی پیچیده تر است و به یکپارچگی جهانی بستگی دارد. هدف اساسی این فرآیند ایجاد محیطی برانگیزاننده است که در آن افراد از زندگی طولانی، سالم و خلاق لذت ببرند و از آن برخوردار شوند. نظریه رشد جدید یا درون زا رومر نشان می دهد که رشد اقتصادی نتیجه سیاست داخلی هر کشور یا سیستم شرکتی است و نقش اساسی در رشد اقتصادی دانش و ایده دارد. مدل تئوری رشد درونزا شامل چهار عامل اساسی است: (۱) سرمایه اندازه گیری شده در واحدهای کالاهای مصرفی، (۲) نیروی کار شامل مهارت های فردی، (۳) سرمایه انسانی شامل آموزش، یادگیری، توسعه و آموزش فردی، و (۴) توسعه تکنولوژیکی. بر اساس این مدل، اگر کشورها بخواهند رشد اقتصادی را تحریک کنند، باید سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه و انباشت سرمایه انسانی را تشویق کنند، باید توجه داشت که سطح مناسب سرمایه گذاری دولتی کلید رشد اقتصادی است.

در ادبیات طبقه بندی های مختلفی از معنای اصطلاح توسعه یافت می شود و اغلب بر معانی زیر تأکید می شود: (۱) توسعه به عنوان دگرگونی ساختاری، (۲) توسعه انسانی، (۳) توسعه دموکراسی و حکمرانی، و (۴) توسعه به عنوان محیط زیست. پایداری، توسعه را به عنوان یک فرآیند تغییر هدفمند توصیف می کند که شامل اهداف و منابع برای دستیابی به این اهداف است. توسعه شامل تغییرات مثبتی است که جامعه در طول تاریخ تجربه کرده است، و هنوز هم تجربه می کند، در حالی که توسعه در برخی نظریه ها شامل طرح ها، سیاست ها، برنامه ها و فعالیت های انجام شده توسط برخی نهادهای غیر دولتی و دولت ها می باشد. بر این اساس، شناخته شده ترین شاخص توسعه، شاخص توسعه انسانی است که دسته های مختلف توسعه اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی، اکولوژیکی و سیاسی را شامل می شود. اصطلاح پایداری در لغت به معنای «ظرفیت برای حفظ برخی موجودیت ها، نتیجه ها یا فرآیندها در طول زمان است» و انجام فعالیت هایی است که منابعی را که آن ظرفیت به آن بستگی دارد، تمام نمی کند. از آنجایی که این یک درک کلی از پایداری است، این معنا را می توان به طور مشابه برای تمام فعالیت

های انسانی و فرآیندهای تجاری مد نظر قرار داد. بنابراین، طبق تعریف کلی، هر فعالیتی را می توان در حجم و تغییرات بدون اینکه منجر به خود تخریبی شود، اما امکان تکرار و تجدید طولانی مدت را در تعریف پایداری گنجانند. با این حال، درک عمومی از پایداری خطرناک است زیرا محدودیت های محیطی و نیاز به انطباق فعالیت های انسانی با پایداری، سیستم های موجود در طبیعت را رعایت نمی کند. سیستم های طبیعی مردم را قادر می سازد تا زندگی کنند و از نتایج فعالیت های انسانی حمایت کنند، بنابراین پایداری را به سختی می توان بدون جنبه های اکولوژیکی در نظر گرفت. بر این اساس، پایداری اکولوژیکی به چارچوبی اساسی برای توجه به پایداری اجتماعی-فرهنگی و اقتصادی و همچنین موضوعی برای بحث در مفهوم توسعه پایدار تبدیل شده است.

## ۱-۳ تاثیر توسعه پایدار در معدنکاری

در سال ۲۰۱۱ لورنس<sup>۴</sup> با مطالعه بر روی ۱۰۰۰ معدن غیرفعال در طول ۳۰ سال گذشته بستن معدن را عاملی ناپایدار کننده اعلام کرد و تأکید نمود تلاش ها در راستای پایداری عملیات معدنی باید در ابعاد محیط زیست، اقتصاد، اجتماع و بهره وری معادن صورت پذیرد؛ لورنس توسعه پایدار را با پنج معیار معرفی و معیارهای ایمنی و کارایی منابع را به سه رکن مذکور اضافه کرد و دلیلش برای این کار را دولتی بودن بخشی از معادن در اکثر نقاط دنیا بیان نمود.

پایداری معادن در حالت کلی باعث افزایش کسب و کار، امید به زندگی، کاهش اعتیاد، رونق کسب و کار جامعه، افزایش GDP، افزایش اشتغال برای نیروی کار محلی، آبادی روستاهای اطراف محل معدن کاری، انتقال فرهنگ و زبان در صورت فعالیت های شرکت های خارجی و افزایش سطح رضایت مردم منطقه خواهد شد. فعالیت های معدنی به دلیل تأثیرات مثبت و منفی بر روی سه شاخصه محیط زیست، اجتماع و اقتصاد، ارتباط تنگاتنگی با توسعه پایدار دارد. به رغم تلاش های صورت گرفته از سال ۱۹۹۰ در حوزه های بین المللی، ملی و محلی در این رابطه، دو مقوله معدنکاری و توسعه پایدار با هم قرابت چندانی پیدا نکرده اند. تخریب سطح زمین، نشست، آلودگی

<sup>۴</sup>Laurence

# توسعه پایدار در معدنکاری

خاک، آلودگی آب و هوا، تحلیل منابع پایان پذیر و تهدید گونه های گیاهی و جانوری در حال انقراض به مثابه پیامدهای غفلت از اهداف توسعه پایدار، موجب تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی غیر قابل مهار در آینده زیست بوم این کره خاکی هستند. جدول ۱-۱ نشان دهنده اثرات مثبت و منفی معدنکاری و جدول ۲-۱ اثرات زیست محیطی معدنکاری در بخش های منابع آبی، کیفیت هوا، حیات وحش، کیفیت خاک و تغییرات آب و هوایی را نشان می دهد.

جدول ۱-۱. اثرات مثبت و منفی معدنکاری

اثرات مثبت معدنکاری	اثرات منفی معدنکاری
۱. پیشرفت تکنولوژی	۱. آلودگی و آسیب رساندن به محیط زیست
۲. ایجاد شغل	۲. تغییرات آب و هوایی
۳. تولید مواد خام ضروری و خودکفایی	۳. آشفتگی اجتماعی
۴. تولید ثروت از طریق مالیات و موارد مشابه	۴. آلودگی های بصری

جدول ۲-۱. اثرات زیست محیطی معدنکاری

منابع آبی	ذهاب اسیدی فرسایش خاک و نفوذ زباله های معدنی به آب های سطحی دامپ باطله، سنگ باطله، لیچینگ آبکشی معدن
کیفیت هوا	منابع سیار (ذرات، مونواکسید کربن و ترکیبات آلی) منابع ثابت (جیوه، آرسنیک، دی اکسید گوگرد و دیگر فلزات) گازهای فرار، انتشار جزئی جیوه سروصدا و لرزش
حیات وحش	از دست رفتن زیستگاه جانوران تجزیه زیست محیطی
کیفیت خاک	تأثیرات بر روی فعالیت هایی همچون کشاورزی

## ۴-۱- روش‌های ارزیابی توسعه پایدار در معدنکاری

با توجه به این که توسعه پایدار یک علم بین رشته‌ای می‌باشد؛ برای ارزیابی آن باید از روش‌هایی استفاده شود در آن برخی از پارامترهای کیفی به پارامترهای عددی تبدیل گردد؛ در همین جهت استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، می‌تواند یک روش مناسب برای ارزیابی توسعه پایدار باشد. محققین زیادی روش‌های متعددی برای ارزیابی توسعه پایدار در معادن ارائه دادند. تا کنون بیش از ۷۰۰ روش ارزیابی توسعه پایدار معرفی شده است. با این حال هنوز روش جامعی برای ارزیابی کامل و جامع ارزیابی توسعه پایدار به وجود نیامده است. از رایج‌ترین روش‌های ارزیابی توسعه پایدار می‌توان به روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش‌های سلسله‌مراتبی، روش‌های ماتریسی (ماتریس‌های دوبعدی و سه بعدی)، روش‌های ترکیبی، GIS و روش‌های ابتکاری اشاره کرد.

## فصل دوم: تاریخچه و پیشینه توسعه پایدار

### ۱-۲ مقدمه‌ای بر تاریخچه توسعه پایدار

در قرن هجدهم نظریه پردازان اقتصادی مانند آدام اسمیت به موضوعات توسعه اشاره کردند، در قرن نوزدهم، کارل مارکس و اقتصاددانان کلاسیک مالتوس، ریکاردو و میل نیز در مورد برخی از عناصر توسعه پایدار بحث کردند، در حالی که بعدها نظریه اقتصادی نئوکلاسیک بر اهمیت هوا و آب خالص و منابع تجدیدپذیر (سوخت های فسیلی، سنگ معدن) تأکید کردند. واژه توسعه پایدار در ابتدا در حوزه جنگلداری معرفی شد و شامل اقدامات جنگل کاری و برداشت از جنگل های به هم پیوسته بود که نباید تجدید حیات بیولوژیکی جنگل ها را تضعیف کند. این اصطلاح اولین بار در استراتژی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت در سال ۱۹۸۰ مورد استفاده قرار گرفت. اگرچه در ابتدا توسعه پایدار در درجه اول یک دیدگاه اکولوژیکی بود، اما خیلی زود جنبه های اجتماعی و اقتصادی مطالعه گسترش یافت.

توسعه مبتنی بر رشد اقتصادی تا دهه ۱۹۷۰ باقی ماند تا اینکه آشکار شد مصرف گرایی و رشد اقتصادی، محیط زیست را تحت فشار قرار می دهد که پیامدهای آن، فضای زندگی آلوده و ناکافی، فقر و بیماری بود. در عین حال، بهره برداری از منابع طبیعی، به ویژه ذخایر مواد خام و سوخت های فسیلی، منجر به بررسی نیازهای نسل های آینده شده و پیش نیازی برای تعریف نگرش استفاده طولانی مدت و منطقی از منابع طبیعی محدود ایجاد کرده است. عدم تعادل بین استفاده انسانی از منابع در توسعه انسانی و محدودیت های اکولوژیکی به مشکلات زیست محیطی فزاینده و پیامدهای احتمالی با ابعاد فاجعه بار منجر خواهد شد. علل اساسی آلودگی محیط زیستی شامل: (۱) علل انسانی در آلودگی محیطی (رشد اقتصادی، توسعه فنی و فناوری، توسعه صنعتی، توسعه زیرساخت های ترافیک و حمل و نقل، رشد جمعیت و شهرنشینی و گردشگری انبوه)، (۲) علل طبیعی در آلودگی محیط زیست (فرسایش خاک، سیل، زلزله، فوران آتشفشان، آتش سوزی، خشکسالی و باد) و (۳) سایر عوامل آلودگی محیطی (جنگ،



آگاهی ناکافی اکولوژیکی، عدم تعادل بین توسعه و اکوسیستم های طبیعی و محدودیت علمی، مادی) می باشد. پیامدهای این عوامل که در مشکلات مختلف اکولوژیکی، اختلالات اکوسیستم، تغییرات آب و هوای جهانی، فجایع طبیعی، گرسنگی و فقر و بسیاری از پیامدهای منفی دیگر دیده می شود - این موارد زنگ خطری در مورد پایداری سیاره زمین می باشد.

آرزوی کشورهای توسعه یافته برای بهبود وضعیت اجتماعی-اقتصادی و اکولوژیکی کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته؛ دانشمندان، اقتصاددانان و انسان شناسان از ده کشور جهان را در سال ۱۹۶۸ گرد هم آورد تا در مورد مشکلات فعلی و چالش های آینده بشر (محدودیت منابع طبیعی، رشد جمعیت، توسعه اقتصادی، مشکلات زیست محیطی و غیره) بحث کنند. این دانشمندان هشدار دادند که صنعتی شدن بیش از حد و توسعه اقتصادی به زودی از مرزهای زیست محیطی عبور خواهد کرد. در سال ۱۹۷۱، نیکلاس جورجسکو-روگن<sup>۴</sup> قانون آنتروپی و فرآیند اقتصادی را منتشر کرد، که به طور مشابه در مورد خطرات توسعه اقتصادی هشدار داد و شروع اقتصاد زیست محیطی و اقتصاد محیطی را نشان داد.

سازمان ها و نهادهای مختلف در ایجاد مفهوم توسعه پایدار مشارکت داشتند. مهمترین این سازمان ها، سازمان ملل متحد (UN) است که در سال ۱۹۴۵ با مقر آن در نیویورک تأسیس شد که امروزه بیش از ۱۹۰ کشور عضو آن است. اهداف اصلی آن عبارتند از: حفظ صلح و امنیت در جهان، ترویج توسعه پایدار، حمایت از حقوق بشر و آزادی های اساسی، ترویج قوانین بین المللی، سرکوب فقر و ارتقای تحمل و همکاری متقابل. سازمان ملل متحد از بدو تأسیس تاکنون با برگزاری کنفرانس های متعدد، انجام اقدامات و انتشار نشریات مختلف با هدف دستیابی به اهداف توسعه پایدار فعال بوده است. در مجموع ۳۳ برنامه، صندوق، آژانس تخصصی و سازمان وابسته در سازمان ملل متحد فعال هستند که برخی از آنها نقش مهمی در ایجاد و اجرای مفهوم توسعه پایدار دارند. بخش توسعه پایدار سازمان ملل متحد (UNSD) نیز برای ترویج و هماهنگی اجرای توسعه پایدار، به ویژه در زمینه همکاری بین نسلی و بین المللی ایجاد شده است. این بخش همچنین به عنوان پشتیبان خط مشی و مدیریت توسعه پایدار، و به ویژه به عنوان یک پلت فرم ارتباطی برای انتشار دانش و داده ها عمل می کند. در کنار این، سازمان ملل متحد یک شبکه جهانی توسعه پایدار (GNSD) را با هدف دستیابی به اهداف توسعه هزار ساله ایجاد کرده است.

<sup>۴</sup>Nicholas Georgescu-Roegen

<sup>۶</sup>United Nations Division for Sustainable Development

<sup>۷</sup>Global Network of Sustainable Development

اجلاس‌ها و نشست‌هایی برگزار شده است که نتیجه آن اعلامیه‌ها، گزارش‌ها، قطعنامه‌ها، کنوانسیون‌ها و موافقت‌نامه‌های مختلف و رسیدگی به مشکلات زیست‌محیطی است. در میان فعالیت‌های مختلف، سه رویداد کلیدی، مبانی و اصول توسعه پایدار را تعیین می‌کنند. از نظر آنها تاریخچه مفهوم توسعه پایدار به سه دوره تقسیم می‌شود. دوره اول دوره تئوری‌های اقتصادی را در بر می‌گیرد، جایی که نظریه پردازان خاص مرزهای توسعه و الزامات زیست‌محیطی را از طریق فعالیت‌های باشگاه رومی که در مورد پیامدهای منفی هشدار می‌داد، تشخیص دادند. اولین کنفرانس سازمان ملل متحد در مورد محیط زیست انسانی در سال ۱۹۷۲ در استکهلم برگزار شد. این کنفرانس معرف مفهوم توسعه پایدار بود، و اگرچه مشکلات زیست‌محیطی را به طور کامل با توسعه مرتبط نکرد، اما بر نیاز به تغییر در سیاست توسعه اقتصادی تاکید کرد. در گزارشی که پس از کنفرانس منتشر شد، ضرورت تعادل بین توسعه اقتصادی و محیط زیست اعلام و ۲۸ اصل با هدف حفظ محیط زیست و کاهش فقر تعیین شد. در چارچوب برنامه اقدام، ۱۰۹ توصیه (اجتماعی-اقتصادی، سیاسی و آموزشی) برای مدیریت کیفیت محیط زیست ارائه شد و در نهایت پس از کنفرانس، قطعنامه‌ای در مورد موافقت‌نامه‌های نهادی و مالی بین دولت‌ها به امضا رسید.

سالها پس از کنفرانس استکهلم با ظهور دوره دوم مفهوم توسعه پایدار در جهان. عباراتی مانند توسعه و محیط زیست، توسعه بدون تخریب و توسعه مطابق با محیط زیست به طور فزاینده‌ای در نشریات استفاده می‌شود، در حالی که اصطلاح توسعه زیست‌محیطی برای اولین بار در ویرایش برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP) در سال ۱۹۷۸ منتشر شد. در سال ۱۹۸۰، اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) ایده‌ای را مبنی بر پیوند اقتصاد و محیط زیست از طریق مفهوم توسعه پایدار ارائه کرد. چند سال بعد، دقیقاً در سال ۱۹۸۳، کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه سازمان ملل متحد (WCED)<sup>۱</sup> برای توسعه یک برنامه تغییر جهانی تأسیس شد. این کمیسیون با هدف افزایش آگاهی و نگرانی در مورد تأثیر منفی توسعه اجتماعی-اقتصادی بر محیط زیست و منابع طبیعی و همچنین ارائه چشم‌اندازهای توسعه بلندمدت و پایدار مطابق با حفاظت از محیط زیست ایجاد شد. پس از چندین سال کار، در سال ۱۹۸۷ کمیسیونی متشکل از ۱۹ نماینده از ۱۸ کشور به رهبری گرو هارلم برونلدند<sup>۱</sup> (نخست‌وزیر وقت نروژ)، گزارشی از آینده مشترک ما را منتشر کرد که بیشتر به

<sup>۱</sup>United Nations Environment Program

<sup>۲</sup>International Union for Conservation of Nature

<sup>۳</sup>World Commission on Environment and Development

<sup>۴</sup>Gro Harlem Brundtland

عنوان گزارش برون‌داند شناخته می‌شود، که در آن مفهوم توسعه پایدار به معنای واقعی آن معرفی شد. این گزارش در دوازده فصل خود به تحلیل و مروری روشن از شرایط جهان (توسعه و نظم اجتماعی-اقتصادی، تخریب محیط زیست، رشد جمعیت، فقر، سیاست، جنگ‌ها و غیره) پرداخته و مفهوم توسعه پایدار را تشریح می‌کند. به عنوان یک رویکرد جدید، این مفهوم باید قادر به پاسخگویی به چالش‌های آتی باشد، مانند دستیابی به تعادل بین توسعه اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیست، کاهش آلودگی و تخریب محیط‌زیست، بهره‌برداری از منابع طبیعی، کاهش انتشار گازهای مضر و اثرات آب و هوایی، کاهش فقر و گرسنگی، دستیابی به صلح جهانی و سایر چالش‌ها و تهدیدهای جدی که بشریت با آن مواجه است. در فصل دوم، مفهوم توسعه پایدار، این مفهوم اینگونه تعریف شد «برآورده ساختن نیازهای نسل حاضر، بدون به مخاطره انداختن نسل‌های آینده در برآورده ساختن نیازهای خود»<sup>۱</sup> تعریف می‌شود که به عنوان مفهوم توسعه پایدار به صورت عمومی پذیرفته شد و به بیشترین استناد در ادبیات توسعه پایدار تبدیل شد؛ صرف نظر از اینکه در چه زمینه‌ای توسعه پایدار مورد بحث قرار می‌گیرد.

هدف اساسی مفهوم ذکر شده در سند، تأمین نیازهای اساسی انسان برای همه مردم (خانه، غذا، آب، پوشاک و غیره) با تمایل به بهبود استانداردهای زندگی و همچنین دستیابی به آرزوی زندگی بهتر است. یکی از الزامات گزارش برون‌داند عبارت است از: استفاده منطقی و کنترل شده از منابع با تمرکز بر استفاده تجدیدپذیر و طولانی مدت، حفاظت از طبیعت، افزایش آگاهی زیست محیطی، ایجاد مقررات سختگیرانه ملی و همکاری بین‌المللی، استفاده از صنعت و فناوری‌بود. در راستای الزامات زیست محیطی، توسعه نوآوری‌های تکنولوژیکی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی به یک الزام برای کشورها تبدیل شد.

پس از این رویداد سومین دوره پس از برون‌داند به وجود آمد که تا امروز ادامه دارد و چندین رویداد مهم را شامل می‌شود. به مناسبت بیستمین سالگرد کنفرانس در استکهلم، کنفرانس سازمان ملل متحد در زمینه محیط زیست و توسعه به نام نشست زمین یا کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو برگزار شد. در این کنفرانس تعداد زیادی سازمان دولتی و غیردولتی از ۱۷۸ کشور جهان شرکت کردند. با توجه به اینکه در دوره ۲۰ ساله ادغام نگرانی‌های زیست محیطی و تصمیم‌گیری‌های اقتصادی نادیده گرفته شد و وضعیت محیط زیست بدتر شد، تمرکز این کنفرانس بر تعریف چارچوب جهانی برای حل مسائل تخریب محیط زیست از طریق مفهوم توسعه پایدار متمرکز شد. بیش از ۱۰۰۰۰ روزنامه‌نگار بین‌المللی کنفرانس را برای میلیون‌ها نفر در سراسر جهان

---

<sup>۱</sup>Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs

مخبره کردند و اهمیت این کنفرانس را مشاهده کردند. آماده سازی کنفرانس در سال ۱۹۸۹ آغاز شد و در نتیجه اسناد زیر به تصویب رسید: (۱) اعلامیه ریو در مورد محیط زیست و توسعه، (۲) دستور کار (۲۱، ۳) بیانیه معتبر غیر الزام آور اصول قانونی برای اجماع جهانی در مورد مدیریت، حفاظت و توسعه پایدار انواع جنگل ها، (۴) کنوانسیون تغییرات آب و هوا و (۵) کنوانسیون تنوع زیستی.

اعلامیه ریو در مورد محیط زیست و توسعه شامل ۲۷ اصل توسعه پایدار در مورد حقوق و مسئولیت های سازمان ملل است. این اصول همچنین مبنایی برای سیاست گذاری و تصمیم گیری آینده و تعادل بین توسعه اجتماعی-اقتصادی و محیط زیست را تشکیل می دهند. این اعلامیه به مردم حق توسعه و همچنین تعهد برای حفظ محیط زیست را می دهد و از آنجایی که محیط زیست یک کالای عمومی و مشترک است، نیاز به همکاری و تفاهم بین بخش های دولتی و خصوصی و جامعه مدنی را نیز برجسته می کند. در بین اصول، تاکید شده است که چگونه انسان در مرکز توجه به توسعه پایدار قرار دارد و نباید اقدامات در جهت جلوگیری از تخریب محیط زیست به تاخیر بیندازد. در عین حال تاکید می شود که هر کشوری حق حاکمیتی دارد که از منابع خود بهره برداری کند، در صورتی که محیط زیست سایر کشورها به خطر نیفتد؛ در نتیجه ایجاد آلودگی، باید هزینه های آلودگی را متقبل شوند. ریشه کن کردن فقر، کاهش نابرابری ها و تضمین استانداردهای اساسی زندگی و صلح در جهان برای توسعه پایدار ضروری است، بنابراین کشورهای توسعه یافته مسئولیت تضمین توسعه پایدار، به ویژه برای ارتقای فناوری و منابع مالی را دارند.

دستور کار ۲۱ یک برنامه جهانی با اهداف توسعه پایدار و برنامه های عملیاتی و منابع برای اجرای آنها است که در ۴۰ فصل تنظیم شده است. این سند به طور جامع دستورالعمل هایی را برای توسعه اجتماعی-اقتصادی در راستای حفاظت از محیط زیست ارائه می دهد. این سند بر نیاز به همکاری بین المللی و اجماع بین توسعه و حفاظت از محیط زیست تاکید می کند که به موجب آن دولت ها نقش مهمی در اتخاذ و اجرای سیاست ها، طرح ها و برنامه ها ایفا می کنند، اگرچه مشارکت سایر ذینفعان نیز ضروری است. علاوه بر این، کشورهای توسعه یافته نقش کلیدی، به ویژه در تامین منابع مالی به کشورهای در حال توسعه دارند. به عنوان یک هدف اولویت دار، این سند بر سرکوب فقر، به ویژه در کشورهای فقیر که حفظ و حفاظت از منابع طبیعی نیز ضروری است، تأکید می کند. در عین حال، در این کشورها نیاز به بهبود حفاظت از سلامت انسان و سایر موارد کلیدی اجتماعی دارد. همچنین تغییر الگوهای رفتاری در تولید و مصرف به منظور بهره برداری منطقی از منابع طبیعی و سوخت های فسیلی که

منجر به کاهش اثرات منفی بر محیط زیست می شود، ضروری است. در نهایت، دستور کار ۲۱ بر اهمیت متمرکز بر برنامه های آموزشی و افزایش آگاهی و که برای اجرا و ارتقای توسعه پایدار ضروری است، تأکید می کند. از این فعالیت ها و اسناد اساسی، سه عنصر کلیدی برای مفهوم توسعه پایدار شناسایی شد: (۱) مفهوم توسعه (توسعه اجتماعی-اقتصادی در راستای محدودیت های اکولوژیکی)، (۲) مفهوم نیازها (توزیع مجدد منابع برای تضمین کیفیت زندگی) برای همه و (۳) مفهوم نسل های آینده (امکان استفاده طولانی مدت از منابع برای تضمین کیفیت زندگی لازم برای نسل های آینده). در عین حال، مفهوم توسعه پایدار اصول اصلی را ترسیم کرد، یعنی: تضمین نیازها و مراقبت از جامعه نسل حاضر و آینده، بهبود مستمر کیفیت کلی زندگی و برابری، حفاظت و حفظ محیط زیست، تنوع زیستی و اکوسیستم، حفاظت و حفظ منابع طبیعی، استفاده منطقی از منابع تجدیدپذیر و کاهش استفاده از منابع تجدید ناپذیر، تغییر تولید و مصرف با رعایت محدودیت های اکولوژیکی، استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و فناوری های نوین برای کاهش اثرات منفی بر محیط زیست، تقویت همکاری های بین المللی در در سطح ملی، منطقه ای و محلی، ایجاد یک چارچوب نهادی با شبکه ای قوی از ذینفعان علاقه مند به اجرای مفهوم توسعه پایدار اشاره کرد.

## ۲-۲ تجزیه تحلیل مطالعات صورت گرفته در زمینه توسعه پایدار

معدن کاری از صنایع پایه ای است که تأثیر مهمی در اقتصاد کشورها دارد. بیشتر کانی ها و فلزات به روش روباز استخراج می شوند. به همین سبب از میان روش های استخراج، معدن کاری روباز نقش عمده در تولید مواد معدنی دارد. در روش های روباز هم در مرحله استخراج برای رسیدن به ماده معدنی و هم در مرحله فراوری میزان زیادی باطله تولید می شود که باید به مکان های دامپ باطله و سد باطله ارسال شوند. در معدن کاری روباز برای رسیدن به ماده معدنی باید پیت ایجاد شود که بخشی از زمین را به خود اختصاص می دهد و همچنین باید دامپ و سد باطله ایجاد شوند؛ این موارد باعث شده که روش روباز تأثیرات منفی زیادی بر روی محیط زیست بگذارد. برای جلوگیری از این تأثیرات منفی، معدن کاری باید به گونه ای انجام شود که زمین های استخراج شده بعد از اتمام عملیات معدنکاری، برای استفاده های دیگری آماده شود. در همین راستا برای کم کردن تأثیرات محیط زیستی و همچنین بهبود شرایط زندگی، اقتصادی و سلامت مبحث توسعه پایدار مطرح می شود.

مطالعات نشان داد در حال حاضر، تمرکز بر شاخص محیط‌زیستی توسعه پایدار نسبت به دو شاخص دیگر بیشتر بوده است، چراکه تأثیر این شاخص بر روی نسل‌های آینده ملموس‌تر خواهد بود و همچنین تأثیر این شاخص بر روی دو شاخص دیگر بیشتر بوده است؛ به‌طورکلی محیط سالم‌تر منجر به جامعه سالم‌تر شده و جامعه سالم اقتصادی سالم و پایدارتر خواهد شد.

در ارزیابی توسعه پایدار سه روش کمی، نیمه کمی و کیفی وجود دارد؛ از میان روش‌های موجود روش کیفی به دلیل اتکا ۱۰۰ درصدی به نظر خبرگان دارای اعتمادپذیری بالایی نیست، همچنین روش کاملاً کمی فقط در شاخص محیط‌زیستی، به دلیل آزمایش نمونه‌ها مشاهده شد که معمولاً نیاز به زمان و هزینه بالایی دارد، اما روش نیمه کمی در توسعه پایدار عموماً متکی به روش‌های تصمیم‌گیری بوده که ترکیبی از ریاضیات و نظر خبرگان است؛ روش نیمه کمی معمولاً نتایجی را می‌دهد که می‌توان به آن اعتماد کرده و زمان و هزینه کمتری را به خود اختصاص می‌دهد.

عمده مطالعات انجام شده تا سال ۲۰۱۰ در حوزه توسعه پایدار متمرکز بر شاخص زیست محیطی بوده است. مس، آهن، روی، سرب، اورانیوم، آنتیموان، زغال سنگ، گوگرد، طلا، نقره، کبالت، نیکل، کادمیوم، آهک، جیوه، ژئوپس و پیریت، عناصر و کانی‌هایی بودند که معادن آن‌ها از جنبه محیط‌زیستی مورد بررسی قرار دادند. با توجه به اطلاعات کسب‌شده میزان آلاینده‌گی این گروه از معادن بیشتر از معادن با کانی و عناصر دیگر بوده است.

برای محاسبه شاخص‌های توسعه پایدار، تنها شاخصی که به صورت عددی و آزمایشگاهی قابل اندازه‌گیری بوده، شاخص محیط‌زیستی معدن است، چراکه در این شاخص اغلب میزان انتشار عناصر آلاینده و سنگین با برداشت نمونه قابل اندازه‌گیری بوده و همچنین میزان انتشار عناصر در هوا، ذرات جامد معلق در آب و همچنین pH آب به صورت آزمایشگاهی قابل اندازه‌گیری است.

از میان روش‌های کلی موجود در توسعه پایدار با توجه به مستندات نتیجه گرفته شد که تمامی روش‌ها در سال‌های اخیر دارای رشد بوده‌اند که بیشترین شیب رشد مربوط به روش کیفی بوده چراکه هزینه زیادی نداشته و مطالعات به صورت مطالعات موردی و همچنین ارائه راهکارهایی در جهت پایداری معادن بوده است. روش کیفی به دلیل تمرکز و در بر گرفتن تمام پارامترها در شاخص مورد بررسی و یا تمام شاخص‌ها در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ دارای سرعت رشد قابل توجهی بوده است. چراکه نیاز به رسیدن به یک طرح جامع، کلی و مفید از توسعه پایدار ضروری دیده شده است که تمام پارامترها در تمام شاخص‌ها را مورد بررسی قرار داده باشد. روش نیمه کمی به دلیل جامعیت و در نظر گرفتن تمام شاخص‌ها در رتبه دوم قرار داشته و تلاش‌ها برای رسیدن به یک روش

جامع توسعه پایداری همچنان ادامه دارد. روش کمی در میان سه روش موجود در جایگاه سوم بوده چراکه جامعیت روش در بسیاری از موارد متمرکز بر شاخص محیط‌زیستی بوده است.

معایب و مزایای توسعه پایدار در سه روش کمی، نیمه کمی و کیفی در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.

جدول ۱-۲. معایب و مزایای روش‌های بررسی توسعه پایدار

مزایا	معایب	روش
قابلیت اعتماد بالا، امکان بررسی دقیق‌تر شاخص	هزینه بالا، صرف زمان زیاد، عدم کاربرد زیاد در شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی	کمی
استفاده از نظر خبرگان، قابلیت اعتماد متناسب، امکان مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری	اعتماد کمتر نسبت به روش کمی، نادیده یا کم اهمیت گرفتن برخی از پارامترها	نیمه کمی
قابلیت کاربرد بالا در شاخص اجتماعی، توان در نظر گرفتن تمامی جوانب موجود در شاخص مورد بررسی	عدم اعتماد بالا به روش، عدم کاربرد زیاد به صورت جامع در معادن	کیفی

## ۲-۳ جمع بندی فصل ۲

با توجه به مطالعات انجام شده که در حوزه توسعه پایدار صورت گرفته است؛ مشاهده گردید ایجاد یک مدل جامع، به روز و همگام با تکنولوژی‌های روز دنیا که بتواند بر شاخص‌های توسعه پایدار تاثیر بگذارد بسیار ضروری دیده می‌شود. برای جمع بندی مطالعات انجام شده و نقدهای صورت گرفته در این فصل به صورت خلاصه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

از جمله نتایج در این فصل عبارتند از:

- در روش توسعه پایدار به صورت کلی سه روش اعم از کمی، نیمه کمی و کیفی وجود دارد.
- از میان روش‌های موجود به صورت کلی برای ارزیابی پایداری، روش کیفی دارای سطح اطمینان پایین، روش کمی دارای هزینه و زمان زیاد برای مطالعه و روش نیمه کمی دارای سطح اعتماد، زمان و هزینه قابل قبول بوده است.
- عمده‌ترین معادن مورد بررسی در ارزیابی‌های توسعه پایدار شامل: مس، آهن، روی، سرب، اورانیوم، آنتیموان، زغال سنگ، گوگرد، طلا، نقره، کبالت، نیکل، کادمیوم، آهک، جیوه، ژئوپس و پیریت.

- در بسیاری از مطالعات انجام شده معدنکاری تأثیر زیادی در آلودگی منطقه داشته و سلامت موجودات و انسان‌ها را در معرض خطر قرار می‌دهد.
- در شاخص زیست‌محیطی آزمایش‌ها، در مجموع روی ۲۰ عنصر آلاینده از نمونه‌های گرفته شده و PH آب تمرکز دارد.
- در شاخص اجتماعی معدنکاری باعث بالا رفتن فرهنگ کاهش بیکاری، بهبود سطح رفاه، کاهش اعتیاد و افزایش امید به زندگی خواهد شد؛ در صورت سرمایه‌گذاری شرکت‌های خارجی با باعث انتقال زبان و انتقال تکنولوژی خواهد شد.
- در شاخص اقتصادی معدنکاری باعث بهبود سطح معیشت مردم منطقه شده؛ همچنین باعث افزایش کسب کار، ایجاد شغل شده و افزایش نقدینگی در منطقه شده است.
- روند روبه رشد مطالعه بر روی تأثیرات معدنکاری در توسعه پایدار دارای شیب مثبت بوده و تحقیقات در این زمینه توجه ویژه‌ای به خود متمرکز کرده است.
- از میان روش‌های موجود روش کیفی، نیمه کمی و کمی به ترتیب دارای رشد بیشتری در سال‌های اخیر بوده است.
- در روش نیمه کمی با توجه به این که نظرات خبرگان و علایق محقق در تحقیق دخیل بوده، در بعضی موارد اهمیت بعضی از پارامترها کم یا نادیده گرفته شده است و وجود یک روش جامع و کلی برای برقراری پایداری که تمام جوانب توسعه پایدار را با حداقل هزینه و زمان و سطح اطمینان بالا در نظر بگیرد، ضروری دیده می‌شود.
- در بسیاری از موارد، نتایج جدید حاصل از پیشرفت تکنولوژی در ارزیابی توسعه پایدار تأثیر داده نشده است.
- در شاخص زیست محیطی به عنوان مثال یکی از جدیدترین تکنولوژی‌ها، گیاه‌پالایی یا کاهش فلزات سنگین از خاک به وسیله گیاهان است که در مطالعات انجام شده به عنوان پیشینه تحقیق در هیچ کدام از مطالعات منتشر شده به آن اشاره نشده است.
- در شاخص اجتماعی، به طور مثال؛ با توجه به این که معدن و فعالیت‌های معدنی سخت‌ترین کار در جهان می‌باشد، بسیاری از تأثیرات جانبی تأثیر توسعه پایدار نظیر معیشت، کسب و کار در بسیاری از



تحقیقات گنجانده شده است، اما به طور مثال سلامت جسمی و روحی کارگران در هیچ یک از مدل‌ها مورد ارزیابی قرار نگرفته است.

- پیشرفت تکنولوژی به خودی خود می‌تواند بر تمام شاخص‌ها تاثیر گذار باشد؛ اما برخی از تکنولوژی‌های روز دنیا به حدی تاثیر گذار هستند که به نظر می‌رسد باید یک شاخص جدید در این حوزه تعریف شود (نظیر کاربرد اینترنت اشیا و نانو تکنولوژی در فعالیت‌های معدنی).
- تمامی نکاتی که در بالا به آن اشاره شد، نشان می‌دهد، جهان با سرعت باورنکردنی در علم در حال پیشرفت است، از این رو باید از نتایج و از تاثیرات این پیشرفت‌ها برای انجام تحقیقات درست، جدید و با دقت که همسو با اهداف روز دنیا باشد، استفاده کرد و تاثیرات آن را در نظر گرفت. فعالیت معدنکاری از این امر مستثنا نیست و باید تاثیرات و نتایج پیشرفت تکنولوژی در این صنعت و همچنین در توسعه پایدار دخیل شود.