

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

ارزیابی سناریوهای رد پای آب استان اصفهان

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی محیط زیست

هانیه نیل فروشان

استاد راهنما

دکتر علیرضا سفیانیان



دانشگاه صنعتی اصفهان





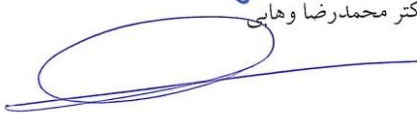
دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی محیط زیست هانیه نیل فروشان

تحت عنوان

ارزیابی سناریوهای ردپای آب استان اصفهان

در تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۲۷ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت:

	دکتر علیرضا سفیانیان	۱- استاد راهنمای پایان نامه
	دکتر سعید پورمنافی	۲- استاد مشاور پایان نامه
	دکتر سیما فاخران	۳- استاد داور پایان نامه
	دکتر سعید سلطانی	۴- استاد داور پایان نامه
	دکتر محمدرضا وهابی	سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

رحمان

تقدیر و شکر

سپاس و ستایش خدای را که سخوران، در ستودن او بماند و شامندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را کزاردن نتوانند. و سلام و دورد بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان و مدار وجودشان است. سپاسگزاری می کنم از پدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوارم، که همواره بر کوتاهی و درستی من، قلم عفو کشیده و گریانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاور بی چشم داشت برای من بوده اند. سپاسگزاری می کنم از همسرم، که صبورانه و صادقانه من را همراهی نموده است تا بتوانم در کمال آرامش و آسایش به تهیه و تنظیم این پایان نامه پردازم.

تقدیر و شکر شایسته از استاد فریخته و فرزانه ام جناب آقای دکتر سفینیان، که همواره راهنما و راهگشای من در تمام و احوال این پایان نامه بودند.

از زحمات جناب آقای دکتر پورمنانی که مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند نیز سپاسگزارم. و از همه کسانی که به نوعی مراد انجام رساندن این پایان نامه یاری نمودند. شکر خالصانه می کنم.

کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به :

پدر، مادر و همسر عزیزم

و به تمام آزاد مردانی که نیک می اندیشند و عقل و منطق را پیشه خود نموده و جز رضای

الهی و پیشرفت و سعادت جامعه، مدنی ندارند.

دانشمندان، بزرگان و جوانمردانی که جان و مال خود را در حفظ و اعتلای این مرز و بوم

فدا نموده و می نمایند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
فصل اول : مقدمه	
۲	۱-۱- کلیات
۴	۱-۲- ضرورت تحقیق
۴	۱-۳- اهداف تحقیق
۴	۱-۳-۱- اهداف اصلی تحقیق
۴	۱-۳-۲- اهداف فرعی تحقیق
فصل دوم : تعاریف و مرور منابع	
۵	۱-۲- تعاریف و مفاهیم
۵	۱-۱-۲- محدودیت های رشد و توسعه پایدار
۹	۲-۱-۲- ظرفیت برد یا ظرفیت قابل تحمل
۱۰	۳-۱-۲- ردپای اکولوژیکی
۱۲	۴-۱-۲- ردپای آب
۱۲	۱-۴-۱-۲- تعریف ردپای آب
۱۳	۱-۲-۴-۲- محاسبه ردپای آب در یک منطقه جغرافیایی مشخص (water footprint area)
۱۳	۱-۲-۴-۳- ارزیابی پایداری ردپای آب
۱۶	۵-۱-۲- برنامه ریزی
۱۶	۱-۵-۱-۲- جایگاه آمایش سرزمین در نظام برنامه ریزی کشور
۱۷	۶-۱-۲- برنامه ریزی استراتژیک
۱۸	۷-۱-۲- برنامه ریزی سناریو
۱۸	۱-۷-۱-۲- برنامه ریزی سناریو و کاربرد آن در ارزیابی استراتژی ها
۱۹	۲-۲- سابقه تحقیق و مطالعات انجام شده
۱۹	۱-۲-۲- مطالعات انجام شده در داخل کشور
۲۴	۲-۲-۲- مطالعات انجام شده در خارج از کشور
فصل سوم : مواد و روش ها	
۲۶	۱-۳- معرفی منطقه مورد مطالعه
۲۶	۱-۱-۳- موقعیت جغرافیایی
۲۷	۲-۱-۳- توپوگرافی
۲۸	۳-۱-۳- وضعیت اقلیم استان
۲۸	۱-۳-۱-۳- توده های هوا
۲۸	۲-۳-۱-۳- رژیم دمایی

۲۹	۳-۳-۱-۳- بارش
۲۹	۳-۳-۱-۴- تبخیر و تعرق
۲۹	۳-۱-۴- شناخت وضعیت منابع آب
۲۹	۳-۱-۴-۱- تقسیم بندی هیدرولوژیکی استان
۳۱	۳-۱-۴-۲- منابع آب در هر حوضه
۳۲	۳-۱-۴-۳- بررسی جایگاه منابع آب استان در سطح منطقه ای و ملی
۳۳	۳-۱-۴-۴- بررسی جایگاه مصارف آب استان در سطح منطقه ای و ملی
۳۴	۳-۱-۴-۵- میزان بهره برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی
۳۴	۳-۱-۵- وضعیت خاک استان
۳۴	۳-۱-۶- خشکسالی
۳۵	۳-۱-۷- کشاورزی استان
۳۵	۳-۱-۷-۱- مساحت و کاربری اراضی کشاورزی
۳۶	۳-۱-۷-۲- توزیع فضایی اراضی کشاورزی
۳۶	۳-۱-۷-۳- مصرف آب و راندمان آبیاری کشاورزی
۳۶	۳-۱-۸- جمعیت استان
۳۷	۳-۱-۸-۱- تحولات جمعیتی استان
۳۸	۳-۱-۸-۲- توزیع فضایی جمعیت
۳۸	۳-۱-۹- صنایع استان
۴۰	۳-۲- روش تحقیق
۴۱	۳-۲-۱- بررسی اسناد بالادستی
۴۲	۳-۲-۲- بررسی آمار و اطلاعات موجود
۴۳	۳-۲-۳- توصیف و تجزیه تحلیل آمار و اطلاعات
۴۳	۳-۲-۳-۱- پیش بینی جمعیت
۴۴	۳-۲-۳-۲- پیش بینی رد پای آب صنعت و شرب
۴۴	۳-۲-۳-۳- پیش بینی رد پای آب کشاورزی
۴۴	۳-۲-۴- ترکیب و ایجاد سناریو ها
۴۵	۳-۲-۵- انتخاب بهترین سناریو

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴۶	۴-۱- نتایج به دست آمده از بررسی های اسناد بالادستی
۴۶	۴-۱-۱- سند چشم انداز ۲۰ ساله نظام جمهوری اسلامی ایران (۸۲/۸/۲۳)
۴۶	۴-۱-۲- سیاست های کلی برنامه پنجم توسعه (۸۷/۱۰/۲۱)
۴۷	۴-۱-۳- ضوابط ملی آمایش سرزمین (۱۳۸۳/۹/۴)
۴۷	۴-۱-۴- سیاست های کلی نظام جمهوری اسلامی در بخش منابع آب (۱۳۷۷/۱۰/۲۳)

- ۴۷-۵-۱-۴- سند راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور (۸۲/۷/۲۷):
- ۴۸-۶-۱-۴- احکام پیشنهادی در برنامه پنجم توسعه (۱۳۸۹/۱۰/۱۵).....
- ۴۸-۱-۶-۱-۴- بخش آب
- ۴۹-۲-۶-۱-۴- بخش محیط زیست
- ۴۹-۷-۱-۴- سند فرابخشی مدیریت منابع آب (مصوب ۸۴/۵/۱۱ هیئت وزیران).....
- ۴۹-۸-۱-۴- سند ملی (چشم انداز) توسعه استان اصفهان (۱۳۹۰).....
- ۴۹-۱-۸-۱-۴- چشم انداز استان در بخش آب
- ۵۰-۲-۸-۱-۴- چشم انداز استان در امور آمایش ، محیط زیست و توسعه پایدار.....
- ۵۰-۹-۱-۴- سند راهبردی بخش آب، برنامه پنجساله پنجم توسعه استان اصفهان (۱۳۹۰).....
- ۵۱-۱۰-۱-۴- سند توسعه محیط زیست استان
- ۵۱-۱۱-۱-۴- جمع بندی اسناد بالا دستی
- ۵۲-۲-۴- بررسی روند مصرف آب در سه بخش صنعت، شرب و کشاورزی در دهه گذشته
- ۵۲-۱-۲-۴- تغییرات مصرف آب کشاورزی از منابع آب سطحی و زیرزمینی
- ۵۲-۲-۲-۴- تغییرات مصرف آب صنعت از منابع آب سطحی و زیرزمینی
- ۵۳-۳-۲-۴- تغییرات مصرف آب شرب از منابع آب سطحی و زیرزمینی
- ۵۵-۳-۴- پیش بینی منابع آب قابل استحصال استان برای افق ۱۴۲۰
- ۵۵-۱-۳-۴- بررسی بیلان منابع آب در حوضه های آبریز استان.....
- ۵۶-۲-۳-۴- بررسی توسعه منابع آب با توجه به طرح های انتقال آب
- ۵۶-۳-۳-۴- منابع آب غیر متعارف
- ۵۷-۴-۴- پیش بینی مصارف استان (شرب، صنعت، کشاورزی و محیط زیست) برای افق ۱۴۲۰
- ۵۷-۱-۴-۴- پیش بینی مصرف شرب در افق آتی بر اساس روند موجود
- ۵۸-۵-۴- سناریو های مختلف برنامه ریزی منابع آب استان در افق آتی
- ۶۳-۶-۴- بحث

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

- ۶۴-۱-۵- نتیجه گیری
- ۶۷-۲-۵- پیشنهادها.....
- ۶۸- منابع و مآخذ

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۵	جدول ۱-۲- ردپای آب ملی برای ایران در بخشهای مختلف در مقایسه با میانگین جهانی
۲۷	جدول ۱-۳- مشخصات عمومی سیاسی- اداری شهرستان های استان
۳۰	جدول ۲-۳- مساحت و جمعیت حوضه های آبریز درجه ۲ واقع در استان
۳۳	جدول ۳-۳- منابع آب تجدید شونده و شاخص سرانه آبی در حوضه گاوخونی
۳۳	جدول ۴-۳- شاخص تنش آبی و سهم مصارف در حوضه گاوخونی
۳۷	جدول ۵-۳- جمعیت شهرستان های استان در سال ۱۳۹۰
۳۸	جدول ۶-۳- جمعیت و متوسط رشد سالانه طی سال های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰
۴۲	جدول ۷-۳- نام و مشخصات اسناد مورد مطالعه
۴۴	جدول ۸-۳- پارامترهای مورد استفاده در طراحی هر سناریو
۵۵	جدول ۱-۴- بیان منابع آب استان اصفهان به تفکیک حوضه های آبریز
۵۶	جدول ۲-۴- مشخصات طرح های انتقال آب بین حوضه ای استان اصفهان
۵۸	جدول ۳-۴- نیاز زیست محیطی تالاب گاوخونی
۶۰	جدول ۴-۴- خلاصه سناریوهای برنامه ریزی منابع آب استان
۶۱	جدول ۵-۴- سرانه ظرفیت زیستی منابع آب در سناریو های مختلف
۶۱	جدول ۶-۴- سرانه ردپای آب در هر سناریو

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۰	شکل ۱-۲- ردپای اکولوژیکی در مقابل ظرفیت برد
۱۱	شکل ۲-۲- نمودار ظرفیت زیستی و جای پای اکولوژیک در ایران (۱۹۶۱-۲۰۰۷)
۱۵	شکل ۳-۲- نمودار ردپای آب کشاورزی ایران و کشورهای همسایه را در مقایسه با میانگین جهانی
۳۰	شکل ۱-۳- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز
۳۹	شکل ۲-۳- موقعیت شهرک های صنعتی استان
۴۰	شکل ۳-۳- فلوجارت روش تحقیق

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۵۲	نمودار ۱-۴- روند تغییرات مصرف آب در بخش کشاورزی
۵۳	نمودار ۲-۴- روند تغییرات مصرف آب در بخش صنعت
۵۴	نمودار ۳-۴- روند تغییرات مصرف آب در بخش شرب از منابع آب سطحی و زیرزمینی
۵۴	نمودار ۴-۴- روند تغییرات مصرف آب در بخش صنعت شرب کشاورزی از منابع آب سطحی و زیرزمینی
۶۲	نمودار ۵-۴- میزان کمبود اکولوژیک منابع آب در سناریوهای مختلف
۶۲	نمودار ۶-۴- فاصله ردپا و ظرفیت زیستی منابع آب در هر سناریو

چکیده

رشد روز افزون تقاضا و محدودیت های شدید منابع آب در کشورهای خشک و نیمه خشک و کشورهای در حال توسعه، دستیابی و تحقق توسعه پایدار در این مناطق را مشکل می سازد. توسعه پایدار به عنوان راهبردی برای برآورده کردن نیازهای انسانی، همواره تاکید بر استفاده از توان و ظرفیت های زمین به گونه ای که اکوسیستم ها مورد حمایت باشند، دارد. در استان اصفهان محدودیت های منابع آب از یک طرف به دلیل رشد جمعیت و توسعه اقتصادی و به تبع آن افزایش تقاضا برای مصارف شرب، صنعت و به ویژه کشاورزی و از طرف دیگر واقع شدن در اقلیم خشک و نیمه خشک و کمبود بارش به دلیل خشکسالی های اخیر می باشد و این موضوع از گستره آسیب هایی که به منابع طبیعی استان از جمله از بین رفتن اکوسیستم رودخانه و تالاب گاوخونی، برداشت از ذخیره استاتیک آبخوان ها و فرونشست زمین در دشت ها وارد شده، روشن و آشکار است. تغییر تفکر مدیران بخش آب از مدیریت عرضه به مدیریت تقاضا گام مهمی در راستای مقابله با بحران آب بوده است. لزوم یکپارچه نگری مدیریت منابع آب، یافتن منابع جدید و نامتعارف و استفاده از روش های مدیریتی مبتنی بر یکپارچه نگری راه حل هایی است که برای جلوگیری از بروز بحران در بخش آب پیشنهاد شده است. در سال های اخیر شاخصی تحت عنوان ردپای آب که نمایشی از مجموع مصارف آب در جامعه هدف به صورت مستقیم و غیرمستقیم است، در پیچه ای جدید برای انجام تحقیقات در راستای مدیریت نوین منابع آب با رنگ و بوی زیست محیطی، باز کرده است. در این مطالعه با استفاده از روش تحلیلی-توصیفی بر اساس راهبردهای اسناد بالادستی در بخش آب و محیط زیست و بررسی روند تحولات تاریخی منابع و مصارف آب در استان اصفهان هشت سناریو مدیریتی برای آینده طراحی شد. در هر سناریو ردپای آب، ظرفیت زیستی و کمبود اکولوژیک محاسبه شد و در نهایت سناریویی به عنوان سناریو برتر انتخاب شد ردپای آب در آن پایدار باشد تا علاوه بر نداشتن کمبود آب برای مصارف مختلف در افق آتی، نیاز زیست محیطی رودخانه زاینده رود و تالاب گاوخونی نیز تامین شود به طوری که تعادل در این اکوسیستم ها برقرار باشد.

کلمات کلیدی: ردپای آب، ظرفیت برد، کمبود اکولوژیک، مدیریت منابع آب، توسعه پایدار، ارزیابی سناریو، استان اصفهان.

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات

تلاش های انسان در بهره ور ساختن بیشتر زمین برای خود در نهایت می تواند منجر به کاهش قابلیت زمین در تامین زندگی پایدار بشر و سایر جانداران شود. محدودیت های زیست محیطی بسیاری به وجود آمده است، اراضی حاصل خیزی خود را مرتب از دست می دهند و در معرض فرسایش هستند، چرای بیش از حد دام در مراتع توان این اراضی را برای تامین غذای بیشتر محدود کرده، منابع آب به کرات آلوده میشود، جنگل های طبیعی، که پایگاه تنوع زیستی خشکزیان و کنترل خرد اقلیم می باشند مرتباً تخریب میشوند. در جوامع بشری رشد جمعیت و اقتصاد روند صعودی دارد اما در مورد منابع طبیعی، تامین کننده ی این رشد وضع چنین نیست. بنابراین ریشه های آسیب های زیست محیطی بیشتر شده و بشر به آستانه ظرفیت قابل تحمل زمین رسیده است [۷].

استفاده غیر منطقی انسان از سرزمین (آب و زمین)، در بسیاری نقاط که منجر به نابودی پتانسیل های طبیعی و منابع موجود در آن شده است دیگر جای شک باقی نمی گذارد که تمایل به توسعه پایدار و بهره برداری از منابع طبیعی کشور بر اساس توان بالقوه منابع و ظرفیت قابل تحمل محیط زیست است [۵۰].

در اهداف کلان برنامه های توسعه اقتصادی اجتماعی کشور، بهره وری صحیح و پایدار از منابع طبیعی و محیط

زیست، جهت اعتلای کیفیت زندگی نسل حاضر و نسل های آینده مورد تاکید قرار گرفته است [۳۵].

توسعه پایدار یک راهبرد برای زندگی پایدار می باشد راهبردی که برای برآورده کردن نیاز های انسانی همواره تاکید بر استفاده از توان و ظرفیت های زمین به گونه ای که اکوسیستم ها مورد حمایت باشند، دارد. عدم تعادل بین میزان منابع در دسترس و تقاضا برای آن دستیابی و تحقق توسعه پایدار و درخور را دچار تزلزل می کند [۲۴].

در ایران نیز به مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه علیرغم اینکه در چند دهه اخیر سرمایه گذاری و پیشرفتهای نسبتاً خوبی در زمینه ی اقتصادی و اجتماعی و افزایش رفاه عمومی جامعه صورت گرفته است، این دستاوردها و تحولات بعضاً با ایجاد فشار بیش از حد بر منابع طبیعی و محیط زیست حاصل شده و روند بهره برداری از این منابع را تشدید نموده است که پیامد آن به صورت معضلات زیست محیطی مختلف همچون آلودگی هوا، آلودگی آب، فرسایش خاک، تخریب جنگلها و ... نمایان شده است [۱۵].

آب به عنوان یک منبع طبیعی تجدیدپذیر، از سرمایه های ملی به شمار می رود [۷۷] و نقش محوری در آمایش سرزمین را بر عهده داشته و همچنین یکی از مهمترین مولفه ها در حفظ تعادل و پایداری اکوسیستم و محیط زیست است [۵].

در ایران محدودیت آب قابل دسترس، توزیع یکنواخت آن در سطح کشور، الگوی نامناسب شهرنشینی و مراکز سکونتگاهی و نوع و شیوه ی تولید محصولات زراعی از منظر سازگاری با اقلیم، تامین آب مورد نیاز را در بسیاری از مناطق کشور مشکل ساخته و به تدریج بر ابعاد آن افزوده است، علاوه بر این بروز خشکسالی های پی در پی در سال های اخیر دسترسی به آب را با بحران شدیدی مواجه ساخته به طوری که تامین آب قابل دسترس و مطمئن برای مصارف مختلف یکی از چالش های مهم برای دولت محسوب می شود. از اثرات و پیامدهای مهم این بحران می توان به آلوده شدن منابع آب توسط افزایش پساب های صنعتی، شهری و کشاورزی، برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی و اضافه برداشت سالانه حدود ۶ میلیارد متر مکعب از این منابع، کاهش تغذیه و افت آبخوان ها و نشست زمین در دشت های برخی حوضه ها را نام برد [۵۲].

بر همین اساس اسناد بسیاری در قالب سیاست های کلی نظام، قوانین، مقررات، لوایح و ضوابط و ... پیرامون مسئله آب و به منظور مواجهه و مقابله با چالش های ذکر شده بوجود آمده و چارچوب و قالب انسجام یافته ای از اهداف، راهبردها و اقدامات لازم در سطح ملی و منطقه ای و حوضه های آبریز برنامه ریزی را به مورد اجرا گذاشته اند.

برنامه ریزی سناریو ابزاری است که به وسیله آن می توان راهبردهای یک سیستم را در ورطه ی آزمون قرار داد. برنامه ریزی سناریو شامل استفاده از تعداد کمی سناریوهای متقابل برای بررسی عدم قطعیتی است که نتایج آینده یک تصمیم را در بر گرفته است. ایده اصلی برنامه ریزی سناریو در نظر گرفتن آینده های ممکن گوناگون است که شامل بسیاری عدم قطعیت های مهم در سیستم به جای تمرکز بر پیش بینی دقیق یک خروجی منفرد است [۱۸].

۱-۲- ضرورت تحقیق

باتوجه به موقعیت جغرافیایی استان اصفهان و واقع بودن آن در مرکز فلات ایران، عمده ترین محدودیت‌های استان، کمبود منابع آب برای تامین نیاز شرب، کشاورزی و صنعت می باشد. در استان اصفهان محدودیت منابع آبی به دلیل واقع شدن در اقلیم خشک و نیمه خشک و کمبود بارش به دلیل خشکسالی های اخیر، وجود دارد. بنابراین ظرفیت زیستی استان در بخش آب محدود می باشد. ردپای آب در استان اصفهان در نتیجه ی افزایش جمعیت، و رشد و توسعه اقتصادی و به تبع آن افزایش نیازها و مصارف آبی در بخش های صنعت، کشاورزی و شرب از ظرفیت زیستی منابع آب فراتر رفته و این موضوع از گستره ی آسیب هایی که به منابع طبیعی استان از جمله از بین رفتن اکوسیستم رودخانه و تالاب گاوخونی، برداشت از ذخیره استاتیک آبخوان ها و فرونشست زمین در دشت های استان و... روشن و آشکار است. این مطالعه به دنبال بررسی این سوال می باشد که اگر روند کنونی رشد ادامه یابد و جمعیت با نیاز های نامحدودش همچنان رشد کند چه اتفاقی خواهد افتاد و راهبردها و سیاست های بخش آب در اسناد بالادستی چگونه می تواند بین منابع و مصارف آب در استان تعادل ایجاد کند به طوری که بجای کمبود آب و اضافه برداشت از ذخایر غیر قابل تجدید بتوان ذخیره ی اکولوژیک آب را در استان داشته باشیم.

۱-۳- اهداف تحقیق

۱-۳-۱- اهداف اصلی تحقیق

- بررسی توصیف و تحلیل روند استفاده از منابع آب در گذشته
- پیش بینی منابع و مصارف آب در افق آتی
- طراحی سناریو های مختلف مدیریت منابع آب

۱-۳-۲- اهداف فرعی تحقیق

- تعیین پارامترهای ظرفیت زیست آب استان، ردپای آب و کمبود اکولوژیکی آن در هر سناریو
- ارزیابی کارایی راهبردهای بخش آب
- اولویت بندی سناریو های تدوین شده

فصل دوم

تعاریف و مرور منابع

۲-۱- تعاریف و مفاهیم

۲-۱-۱- محدودیت های رشد و توسعه پایدار

نظریات اولین موج محیط زیست گرایی با انتشار کتاب محدودیت های رشد^۱ در سال ۱۹۷۲ متبلور گشت. این کتاب از سوی گروهی از دانشمندان انیستیتو تکنولوژی ماساچوست^۲ (اعضای کلوپ رم)^۳ نوشته شد و به سرعت در رسانه های جمعی و محافل مختلف مورد توجه قرار گرفت. شاید شروع این دوران را بتوان ۲ تا ۳ سال پس از شکل گیری باشگاه رم و همچنین بعد از برپایی کنفرانس استکهلم دانست. کنوانسیون استکهلم نخستین کنفرانس جهانی سازمان ملل متحد درباره انسان و محیط زیست بود که در سال ۱۹۷۲ در سوئد برگزار شد. کنفرانس استکهلم در زمینه مطرح کردن مشکلات زیست محیطی برای اولین بار در برنامه های بین المللی کاملاً موفق بود و منجر به پایه گذاری برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP)^۴ شد. در این کنفرانس برای اولین بار از واژه توسعه اکولوژیکی^۵ به عنوان سیاست تمایل به توسعه و حفاظت محیط زیست استفاده شد [۲۴].

^۱The Limits to Growth

^۲Massachusetts Institute of Technology

^۳Club Room

^۴United Nations Environment Programme

^۵Ecodevelopment

محدودیت های رشد که بر اساس الگوهای کامپیوتری تدوین شده بود نشان می داد که اگر روند فعلی رشد نمائی جمعیت و تقاضا برای منابع تجدید ناپذیر ادامه یابد، جهان دچار کمبود شدید مواد غذایی و منابع تا نیمه قرن ۲۱ خواهد شد. آن ها اذعان داشتند که محدودیت های رشد این سیاره در خلال صد سال آینده محقق خواهد شد [۲۴].

در کتاب محدودیتهای رشد اعلام شده بود که محدودیتهای اکولوژیکی (بوم شناختی) جهان در نتیجه مصرف منابع وانتشار گازهای گلخانه ای تاثیر قابل توجهی بر تحولات جهانی در قرن بیست و یکم را به دنبال خواهد داشت. در این کتاب متغیرهایی همچون جمعیت، سطح اراضی کشاورزی، روند رو به رشد تولید آلودگی های زیست محیطی، استفاده از منابع طبیعی و روند صنعتی شدن مدلسازی شد. در حقیقت آن ها تحولات جهانی طی دوره ۲۰ ساله (۹۲-۷۲) را در چارچوب سناریوهایی مورد بررسی قرار دادند. و عنوان کردند که ماهیت رشد لگام گسیخته استفاده از طبیعت، رشد لگام گسیخته جمعیت، رشد لگام گسیخته آلودگی ها و روند صنعتی شدن و رشد لگام گسیخته زیر کشت رفتن اراضی کشاورزی نمی تواند تا ابد ادامه پیدا کند زیرا منابع ما محدود است. آن ها با استفاده از مدل خود که مدل جهانی^۱ نام داشت سناریوهای مختلف توسعه جهانی را که دارای سازگاری درونی با یکدیگر هستند را تدوین کردند و همواره بر این موضوع تاکید داشتند که تا چه اندازه می توان خسارت ایجاد شده در اثر نزدیک شدن به محدودیتهای اکولوژیکی جهان یا فراتر رفته از آن را کاهش داد [۱۵].

انتقادی که به کتاب محدودیت های رشد وارد بود این بود که آن ها فقط مسئله را مطرح کردند و راه حل ارائه ندادند همچنین تحلیل های آن ها به طور دقیق مشخص نمی کرد که چه نوع کمبودی در منابع یا چه نوع آلودگی ممکن است به دلیل نیاز به سرمایه ای بیش از آنچه که در دسترس قرار دارد، موجب پایان رشد شود. این انتقاد باعث شد تا باشگاه رم دومین گزارش خود تحت عنوان: «رشد ارگانیک» را منتشر کند. در این گزارش بیان شده بود که الگوهای رشد ما باید تغییر کند و باید از الگوی رشد ارگانیک (رشد مستمر و پایدار یا توسعه هماهنگ با محیط زیست یا توسعه پایدار) تبعیت کند. رشد ارگانیک، یک رشد یکپارچه، متوازن، هماهنگ و مستمر است، رشد ارگانیک برای هر منطقه متفاوت است و بر پایه توان و ویژگی ها و امکانات مادی و انسانی آن خواهد بود و در هر مقطع از زمان نیز می تواند متفاوت باشد چرا که نیازها و توانایی های انسان در طول زمان تغییر خواهد کرد [۱۵].

دوره رشد ارگانیک همزمان با برگزاری کنفرانس برانت لندن^۲ بود. در سال ۱۹۸۲ مجمع عمومی سازمان ملل، کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED)^۳ را به وسیله رهبر حزب کارگر نروژ (نخست وزیر این کشور) یعنی

^۱ World model

^۲ Brundtland Commission's

^۳ World Commission on Environment and Development

خانم هارلم براندت لند به عنوان رئیس آن پی ریزی کرد. نتیجه تلاش های آن ها با عنوان آینده مشترک ما در سال ۱۹۸۷ منتشر شد. آن ها بر یک موضوع اساسی تاکید می کردند:

«بسیاری از روند های فعلی توسعه بسیاری از افراد را فقیر و آسیب پذیر می کند، و در عین حال به محیط زیست آسیب می رساند، چگونه این توسعه می تواند در قرن آینده هم موثر واقع شود و به جمعیتی دو برابر جمعیت فعلی خدمت کند که به همین محیط زیست وابستگی دارند. درک این مسئله دیدگاه ما را از توسعه وسعت بخشید. ما به توسعه فقط از مفهوم محدود آن یعنی رشد اقتصادی در کشور های در حال توسعه نگاه نکردیم. ما متوجه شدیم که یک مسیر توسعه های جدید مورد نیاز است، یعنی نوعی از توسعه که باعث پایداری پیشرفت و ترقی بشر، نه فقط در چند مکان و به مدت چند سال بلکه در کل این سیاره خاکی و برای آینده ای دوردست».

آن ها این مسیر جدید را توسعه پایدار نامیدند و آن را به این گونه معرفی کردند:

«توسعه ای که نیاز های حال را بدون لطمه زدن به توانایی نسل های آینده جهت تامین نیاز های خود برآورده می کند» [۲۴].

بنابراین توسعه پایدار محوری دو گانه دارد:

الف) انسان؛ مقصود از توسعه بهبود کیفیت زندگی انسان است به طوری که همه ی اعضای جامعه قادر به برآورده ساختن نیاز هایشان در بستر اکوسیستم باشند.

ب) اکوسیستم؛ توسعه باید ساختار، کارکرد و تنوع سیستم های طبیعی را که انسان بدان وابسته است حفظ کند برخی از نیاز های مابرای رسیدن به این هدف عبارت اند از:

- سیستم های پشتیبان زندگی حفاظت شوند؛ منظور حمایت و حفاظت از فرآیندهای اکولوژیک هستند که اکوسیستم ها را قادر می سازد که خودشان را بازسازی کنند مثل فرآیندهای پاکسازی و تصفیه هوا و آب.

- پایداری منابع تجدید پذیر تضمین شود؛ منظور این است که از مصرف منابع تجدید پذیر در حد ظرفیت تجدید پذیریشان اطمینان حاصل شود.

- محدوده ی ظرفیت تحمل زمین و اکوسیستم در نظر گرفته شود؛ این محدوده از منطقه ای به منطقه ای دیگر و از موردی به مورد دیگر متغیر است و اثرات و پیامدهای مخرب به تعداد افراد و الگوی مصرف هر فرد بستگی دارد.

بنابراین سیاست ها، تکنولوژی ها و اقداماتی که تعداد افراد و سبک زندگی آنها را با ظرفیت قابل تحمل زمین متعادل می سازد، اهمیت اساسی دارد [۲۶].

در دسامبر سال ۱۹۹۲، کمیسیون توسعه پایدار ملل متحد برای پیگیری مفاد توافقات اجلاس جهانی محیط زیست و توسعه به وجود آمد. در حقیقت مشخص ترین نتیجه مستقیم گزارش کمیسیون برانت لند، کنگره زمین بود که در ریودوژانیرو برگزار شد [۲۰]. کنفرانس ریو سر آغاز اجماع بین المللی در توسعه پایدار بود. در این کنفرانس

بیش از ۱۷۰ نفر از سران و نمایندگان کشورهای جهان و شمار زیادی از سازمان‌های غیر دولتی (NGO) حضور داشتند. یکی از دستاوردهای کنفرانس ریو، در زمینه توسعه پایدار و محیط زیست دستور کار ۲۱ بود که دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی را ملزم به ارائه راهکارهای عملی به منظور تحقق توسعه پایدار نمود [۲۴].

نسخه اصلاح شده‌ی کتاب محدودیتهای رشد با عنوان "فراتر از محدودیتهای" در سال ۱۹۹۲ توسط میدوز و همکاران منتشر شد. این کتاب در پاسخ به انتقادهای صورت گرفته به مدل جهانی اولیه برخی اصلاحات در خصوص شکل روابط و تغییر مقادیر عددی برخی پارامترها صورت گرفت ولی ماهیت و ساختار اساسی مدل جهانی در هر دو کتاب بدون تغییر ماند. با توجه به اطلاعات مدل W3 حاصل از داده‌های جهانی و همه‌ی آنچه نویسندگان این کتاب در طی ۲۰ سال گذشته آموخته بودند سهمورد از یافته‌های کتاب محدودیتهای رشد هنوز معتبر بوده و باید تقویت شوند. این سه مورد عبارتند از:

۱- مصرف منابع طبیعی و تولید آلودگی‌ها از مدتها پیش از نرخ‌های رشد پایدار خود فراتر رفته‌اند. بنابراین در آینده کاهش کنترل‌نشده‌ی در تولید غذای سرانه و مصرف انرژی و تولید صنعتی رخ خواهد داد.

۲- کاهش مذکور غیر قابل اجتناب است اعمال دو تغییر اساسی برای اجتناب از این کاهش ضروری است. اولین تغییر بازنگری گسترده در آن دسته از سیاستها و اقداماتی است که رشد مصرف منابع و جمعیت را دائمی می‌سازد، و دومین تغییر افزایش سریع و قابل توجه در راندمان و کارایی مصرف مواد و انرژی است.

۳- گذار به جامعه پایدار و موازنه دقیق بین اهداف کوتاه مدت و بلند مدت با تاکید بر کارایی برابری و کیفیت زندگی و نه مقدار تولید لازمه‌ی گذار به جامعه پایدار می‌باشد. چنین جامعه‌ای نیازمند چیزی بیش از بهره‌وری و فناوری است. این جامعه نیازمند بلوغ همدردی و خردمندی است [۳۷].

در دهه‌ی گذشته اطلاعات زیادی تولید شده است که بر نظر نویسندگان کتاب فراتر از محدودیتهای مبنی بر اینکه جهان مواجه با پدیده‌ی گذر از ظرفیت برد شده است را تاکید می‌کند. همچنین در دهه‌ی گذشته واژگان و معیارهای اندازه‌گیری‌های جدیدی برای بحث در پیرامون گذر از ظرفیت فراهم شده است. به عنوان مثال ماتیس واکرنارگل و همکاران ردپای اکولوژیکی^۱ ناشی از فعالیتهای انسانی را اندازه‌گیری کرده و آن را با "ظرفیت برد" کره زمین مقایسه کرد.

نویسندگان کتاب محدودیت‌های رشد پس از گذشت بیش از ۳۰ سال ویرایش سوم کتاب تحت عنوان «محدودیت‌های رشد: به هنگام سازی پس از ۳۰ سال»^۲ را منتشر کردند. در این کتاب آن‌ها بحث ردپای اکولوژیکی و گذر از ظرفیت برد را مطرح کردند. هدف آن‌ها از این کتاب افزایش رفاه انسانی با اطمینان از اینکه

¹ Beyond the Limits

² Ecological footprint

³ Limits to Growth: The 30 year update