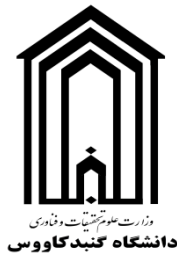


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)
در رشته آبخیزداری

**ارزیابی پایداری حوضه آبخیز با استفاده از روش IUCN
(مطالعه موردی: حوضه آبخیز چهل چای)**

عاطفه تیموری

استاد راهنما

دکتر سید مرتضی سیدیان

اساتید مشاور

دکتر حامد روحانی

مهندس رضا احمدی

۱۳۹۳

تعهدنامه

نظربه اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه گنبد کاووس مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات و امکانات دانشگاه انجام می‌شود، بنابر این به منظور رعایت حقوق دانشگاه، کلیه دانش‌آموختگان نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب مجوز نمایند.
- ۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب مقالات مجلات علمی پژوهشی، همایش‌ها و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه گنبد کاووس الزامی است.
- ۳) انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکلی (مقاله، کتاب، ثبت اختراع و ابداع) باید با کسب اجازه استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **عاطفه تیموری** دانشجوی رشته **آبخیزداری مقطع کارشناسی ارشد** دانشگاه گنبد کاووس تعهدات فوق را قبول کرده و ملزم به رعایت کلیه مفاد آن می‌باشم.

نام و نام خانوادگی دانشجو

امضا

تاریخ

تقدیم به:

خدای رابی ساگرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نسیم ساخته تا در سایه درخت پیار وجودشان ییایم و از ریشه آنها شاخ و برگ
گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودشان تاج افتخاری است بر سرم و نشان دلیلی
است بر بودنم، چرا که این دو وجود پس از پروردگار، مایه هستی ام بوده اند و دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و
نشیب آموختند. آموزگاری که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند. تقدیم به وجود باارزشتان...

و

تقدیم به همسرم:

که سایه مهربانیش سایه ساز نزدیکم می باشد، او که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر را برایم تسهیل نمود.

و

تقدیم به دلنندم

امید بخش جانم که آسایش او آرامش من است.
و برادران و خواهرانم همراهن همیشگی و پشتوانه های زندگیم.

تقدیر و پاسکاری

پاس بی‌متنا سزاوار خداوندیست که به مصلحت از نعمات خویش می‌بخشد و به حکمت از ما می‌ستاند، خدا یا آنچه داشته‌ام تو داده‌ای و آنچه کرده‌ام تو میسر نموده‌ای. همه وجود من زاده اراده توست. من از خود چیزی ندارم و از خود کاری نکرده‌ام پس تو را پاس می‌گویم که به من منت نهادی تا بتوانم با توکل بر یاری بی‌دیغ و لطف بی‌پایانت این تحقیق را به پایان برسانم. آنچه در این مجموعه گرد آمده است حاصل نمی‌شد مگر به یاری عزیزانی که مرایاری رسانند که به رسم ادب مراتب پاس و قدر دانی خود را تقدیم‌شان می‌نمایم.

استاد راهنمای محترم، جناب آقای دکتر سید مرتضی سیدیان که راهنمایی‌های ارزنده ایشان در تمام مراحل پژوهش باعث شد که این رساله را با موفقیت به اتمام برسانم و وجود همچون پدرانه ایشان همراه بنده در کل مسیر این تحقیق مشوق را هم بود نهایت پاس را دارم. از اساتید مشاور آقایان دکتر حامد روحانی و مهندس رضا احمدی بواسطه کمک‌های بی‌دیغ‌شان تشکر می‌نمایم. از داوران گرامی دکتر علی حشمت‌پور و دکتر ابوالحسن فتح‌آبادی که داورانی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند و همچنین از نماینده تحصیلات تکمیلی آقای دکتر حجت‌الله جعفریان نهایت تشکر را دارم. در پایان از تمام اعضاء محترم گروه مترجم و آشنایان و دانشجویان دانشگاه و از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کنبداکاووس بخاطر حمایت‌های مالی تشکر به عمل می‌آید.

چکیده

توسعه پایدار یکی از موضوعات بسیار مهمی است که در طی سال‌های اخیر لزوم توجه به آن در جوامع ملی و بین‌المللی برای همه آشکار شده است. حوضه‌های آبخیز را می‌توان به عنوان واحدی که در خود تمام واحدهای هیدرولوژیکی، فیزیکی - بیولوژیکی، اجتماعی - اقتصادی و حتی سیاسی را به صورت یک جا دارد محسوب نمود. لذا لزوم توجه به توسعه پایدار حوضه آبخیز به عنوان محیطی برای زندگی، امری ضروری به نظر می‌رسد و می‌توان گفت که در طی سال‌های اخیر کمتر به آن توجه شده است. ارزیابی پایداری حوضه آبخیز روشی برای درک و اندازه‌گیری توسعه پایدار می‌باشد تا بتوان شرایط موجود را با وضعیت ایده‌آل خود یعنی آنچه که از توسعه کامل انسانی و یک اکوسیستم سالم و مولد نیاز است مقایسه نمود. این روش به صورت همزمان هم پایداری اکوسیستم و هم پایداری انسانی را بررسی می‌کند. در این تحقیق جهت آنالیز و اندازه‌گیری پایداری در حوضه آبخیز دروک از روش IUCN استفاده گردید. این روش در مجموع از ۷ معیار و ۱۷ شاخص در بخش انسانی و ۸ معیار که شامل ۱۸ شاخص می‌باشد در بخش اکوسیستم استفاده می‌کند. جهت استاندارد سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های اصلی از نرم‌افزار PC-ORD، اندازه‌گیری شاخص‌های انتخابی از نرم افزار wellbeing score و سپس جهت تولید نقشه از GIS استفاده شد. امتیاز نهایی برای اکوسیستم ۵۰ و امتیاز نهایی برای مسائل اقتصادی و اجتماعی برابر با ۵۴ و امتیاز نهایی حوضه آبخیز برابر با ۵۲ می‌باشد. این امتیاز حوضه مورد نظر را در محدوده وضعیت متوسط قرار می‌دهد. با توجه به بررسی شاخص‌ها مشخص شد که حوضه مورد نظر از لحاظ وضعیت کاربری و فرسایش نسبت به سایر شاخص‌ها در وضعیت بسیار بدتری قرار دارد و این شاخص، بیشترین تأثیر منفی را در حوضه مورد نظر دارد. در صورت حل مشکلات اجتماعی مردم که به نحوی با منافع جنگل سروکار دارند، می‌توان در مدت زمان بسیار کوتاه سلامتی اکوسیستم و رفاه انسانی را به‌طور کامل تضمین نمود.

کلمات کلیدی: اکوسیستم، توسعه پایدار، حوضه آبخیز، IUCN

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- مقدمه ۳
- ۲-۱- روش ارزیابی پایداری (IUCN) ۶
- ۳-۱- ویژگی‌های کلیدی روش ارزیابی پایداری IUCN ۷
- ۴-۱- مدیریت جامع آبخیز ۹
- ۵-۱- اهداف اصلی این تحقیق ۱۰

فصل دوم: مروری بر منابع

- ۱-۲- سابقه تحقیق مطالعات ارزیابی پایداری ۱۳
- ۲-۲- به‌کارگیری مدل فشار- وضعیت- پاسخ ۱۴
- ۳-۲- به‌کارگیری روش WSI در ارزیابی پایداری حوضه آبخیز ۱۵
- ۴-۲- به‌کارگیری روش IUCN در ارزیابی پایداری ۱۶

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳- منطقه مورد مطالعه ۲۱
- ۱-۱-۳- خصوصیات فیزیوگرافی آبخیز چهل چای ۲۲
- ۲-۱-۳- زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی ۲۳
- ۳-۱-۳- هوا و اقلیم شناسی ۲۳
- ۴-۱-۳- هیدرولوژی و سیل‌خیزی ۲۳
- ۵-۱-۳- فرسایش و رسوب ۲۴
- ۶-۱-۳- کاربری اراضی و پوشش گیاهی ۲۴

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۵	۳-۱-۷- اقتصادی - اجتماعی.....
۲۶	۳-۱-۸- حوضه آبخیز دروک.....
۲۷	۳-۲- روش گردآوری اطلاعات و شیوه نمونه برداری.....
۲۸	۳-۳- توسعه پایدار.....
۲۹	۳-۴- چرخه هفت مرحله‌ای روش ارزیابی پایداری IUCN.....
۳۱	۳-۵- روش اجرایی طرح.....
۳۳	۳-۶- تعریف سیستم در انتخاب واحد مورد مطالعه با روش IUCN.....
۳۶	۳-۷- تشریح ابعاد در روش IUCN.....
۳۸	۳-۸- انتخاب شاخص‌ها بر مبنای معیارهای کاربری.....
۳۹	۳-۹- چارچوب وضعیت فشار- وضعیت موجود- واکنش.....
۴۱	۳-۱۰- شیوه‌های جمع‌آوری داده‌های هر شاخص.....
۴۱	۳-۱۱- تبدیل مقدار عددی شاخص‌ها به امتیازات.....
۴۴	۳-۱۲- تلفیق شاخص‌ها و معیارها.....
۴۵	۳-۱۳- ویژگی‌های فشارسنج پایداری.....
۴۶	۳-۱۴- تعاریف.....
۴۶	۳-۱۵- رویکردهای تحقق پایداری (توسعه پایدار).....
۴۹	۳-۱۶- معیارها و شاخص‌های منتخب.....
۵۰	۳-۱۶-۱- بخش معیارها و شاخص‌های اکوسیستم در مدیریت پایدار حوضه آبخیز.....
۵۰	۳-۱۶-۱-۱- بوم سازگان جنگل.....
۵۰	۳-۱۶-۱-۱-۱- معیار گستره منابع جنگلی.....
۵۳	۳-۱۶-۱-۱-۲- معیار تنوع زیستی.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
.....۱۶-۳-۱-۱-۳- معیار سلامتی و شادابی	۵۳
.....۱۶-۳-۱-۱-۴- معیار کارکرد اقتصادی- اجتماعی	۵۵
.....۱۶-۳-۱-۱-۵- معیار کارکرد حفاظتی	۵۵
.....۱۶-۳-۱-۱-۶- معیار حفاظت خاک	۵۶
.....۱۶-۳-۱-۱-۷- معیار آب	۵۶
.....۱۶-۳-۱-۱-۸- معیار هوا و اقلیم	۵۸
.....۱۶-۳-۲- معیارها و شاخصهای اقتصادی و اجتماعی در مدیریت پایدار حوضه آبخیز	۵۹
.....۱۶-۳-۱-۲-۱- معیار ویژگی‌های جمعیت	۶۱
.....۱۶-۳-۲-۲- معیار وضعیت فقر و معیشت	۶۱
.....۱۶-۳-۲-۳- معیار آموزش و مهارت	۶۲
.....۱۶-۳-۲-۴- معیار تغذیه و امنیت غذایی	۶۲
.....۱۶-۳-۲-۵- معیار بهداشت و سلامت جامعه	۶۳
.....۱۶-۳-۲-۶- معیار تغییر کاربری اراضی	۶۳
.....۱۶-۳-۲-۷- معیار عدالت و مساوات	۶۳

فصل چهارم: نتایج و بحث

.....۱-۴- تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی اکوسیستم و مسائل اقتصادی و اجتماعی	۶۹
.....۱-۴-۱- بخش اکوسیستم	۶۹
.....۱-۴-۲- بخش مسائل اقتصادی و اجتماعی	۷۰
.....۱-۴-۲- نتایج ارزشدهی به شاخص های منتخب	۷۳
.....۱-۴-۲-۱- اکوسیستم	۷۳

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۴	۴-۲-۲- مسائل اقتصادی و اجتماعی
۷۵	۴-۳- تولید نقشه برای معیارهای منتخب
۷۵	۴-۳-۱- معیارهای اکوسیستم
۷۹	۴-۳-۲- معیارهای انسانی
۸۳	۴-۴- نتایج نهایی ارزیابی معیارهای اکوسیستم و اقتصادی-اجتماعی
۸۴	۴-۵- بحث و نتیجه گیری
۸۷	۴-۶- نتیجه گیری کلی
۸۸	۴-۷- پیشنهادات
۹۳	منابع

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۹	جدول ۱-۱- ابعاد انسانی و اکوسیستم و عناصر آنها.....
۲۲	جدول ۱-۳- خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبخیز چهل چای.....
۲۵	جدول ۲-۳- جمعیت زیرحوضه‌ها برحسب روستا در سال ۱۳۹۰.....
۴۳	جدول ۳-۳- کیفیت مقیاس عملکردی.....
	جدول ۳-۴- معیارها و شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی و همچنین مقدار آنها در بخش اکوسیستم.....
۶۴	جدول ۳-۵- معیارها و شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی و همچنین مقدار آنها در بخش انسانی.....
۶۵	جدول ۴-۱- درصد تغییرات مربوط به هر مولفه از مجموع کل تغییرپذیری داده‌های اولیه (اکوسیستم).....
۶۹	جدول ۴-۲- درصد تغییرات مربوط به هر مولفه از مجموع کل تغییرپذیری داده‌های اولیه (انسان).....
۷۰	جدول ۴-۳- ارزش معیارهای منتخب در بخش اکوسیستم به روش IUCN.....
۷۳	جدول ۴-۴- ارزش معیارهای منتخب در بخش انسانی به تفکیک هر روستا به روش IUCN.....
۷۴	جدول ۴-۵- ارزش معیارهای منتخب در بخش انسانی به تفکیک هر زیرحوضه به روش IUCN.....
۷۴	IUCN.....

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

۲۲	شکل ۳-۱- موقعیت حوضه آبخیز چهل چای در کشور و استان گلستان.....	
۲۷	شکل ۳-۲- موقعیت زیرحوضه‌های مورد مطالعه.....	
۳۳	شکل ۳-۳- نمودار مراحل گردشی ارزیابی پایداری اکوسیستم‌های جنگلی با روش IUCN.....	
۳۴	شکل ۳-۴- نمودار تعریف سیستم و اهداف آن در انتخاب سطوح مورد بررسی با روش IUCN.....	
۳۷	شکل ۳-۵- نمودار مولفه‌های (معیارها) ابعاد اکوسیستم و مردم در روش IUCN.....	
۳۸	شکل ۳-۶- نمودار تقسیم بندی شاخص‌ها بر اساس روش IUCN.....	
۴۲	شکل ۳-۷- نمودار روش امتیازبندی شاخص‌ها در سنجش پایداری از فشارسنج IUCN.....	
۴۵	شکل ۳-۸- نمودار فشارسنج پایداری (Sustainable Barometer).....	
۵۸	شکل ۳-۹- نقشه خطوط همباران حوضه آبخیز چهل چای (مهندسین مشاور رواناب، ۱۳۹۰).....	
۶۰	شکل ۳-۱۰- پایداری مطلوب.....	
۶۰	شکل ۳-۱۱- پایداری نامطلوب.....	
۷۰	شکل ۴-۱- موقعیت مکان زیر حوضه‌ها بر اساس مقادیر اولیه در نرم‌افزار PC-ORD.....	
۷۱	شکل ۴-۲- موقعیت مکانی روستاها بر اساس مقدار اولیه در نرم‌افزار PC-ORD.....	
۷۲	شکل ۴-۳- موقعیت مکانی متغیرهای اقتصادی و اجتماعی براساس مقدار اولیه در نرم‌افزار PC-ORD.....	
۷۲	شکل ۴-۴- نقشه وضعیت تنوع زیستی در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه آبخیز دروک.....	
۷۵	شکل ۴-۵- نقشه وضعیت سلامتی و شادابی در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه آبخیز دروک.....	
۷۶	شکل ۴-۶- نقشه وضعیت کارکرد اقتصادی- اجتماعی جنگل در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه آبخیز دروک.....	

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

شکل ۴-۷- نقشه وضعیت هوا و اقلیم بر اساس روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه آبخیز دروک	۷۷
شکل ۴-۸- نقشه وضعیت فرسایش براساس روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه آبخیز دروک	۷۷
شکل ۴-۹- نقشه وضعیت گستره منابع جنگلی براساس روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه‌آبخیز دروک	۷۸
شکل ۴-۱۰- نقشه وضعیت آب براساس روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه آبخیز دروک ...	۷۸
شکل ۴-۱۱- نقشه وضعیت کارکرد حفاظتی براساس روش IUCN در زیرحوضه‌های حوضه‌آبخیز دروک	۷۹
شکل ۴-۱۲- نقشه وضعیت جمعیت در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های آبخیز دروک	۸۰
شکل ۴-۱۳- نقشه وضعیت فقر در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های آبخیز دروک	۸۰
شکل ۴-۱۴- نقشه وضعیت عدالت و مساوات در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های آبخیز دروک	۸۱
شکل ۴-۱۵- نقشه وضعیت آموزش و مهارت در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های آبخیز دروک	۸۱
شکل ۴-۱۶- نقشه وضعیت بهداشت و سلامت در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های آبخیز دروک	۸۲
شکل ۴-۱۷- نقشه وضعیت تغذیه و امنیت غذایی در سنجش پایداری به روش IUCN در زیرحوضه‌های آبخیز دروک	۸۲

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

-
- شکل ۴-۱۸- نقشه وضعیت تغییر کاربری اراضی در سنجش پایداری به روش IUCN در
زیرحوضه‌های آبخیز دروک ۸۳
- شکل ۴-۱۹- فشارسنج پایداری IUCN در زیرحوضه‌های حوضه آبخیز چهل چای ۸۴
- شکل ۴-۲۰- بارومتر پایداری IUCN در حوضه آبخیز دروک ۸۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

در سال ۱۹۸۰ برای نخستین بار نام توسعه پایدار در گزارش سازمان جهانی حفاظت از طبیعت آمده است. اما این مفهوم در استراتژی جهانی حفاظت در سال ۱۹۸۷ در کمیون براتلند تحت عنوان "آینده مشترک ما" منتشر شده است. کمیون مذکور توسعه پایدار را این گونه تعریف می‌کند: توسعه پایدار توسعه‌ای است که نیازهای نسل حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی‌های نسل‌های آینده برای رفع نیازهای خود برآورده سازد. ارتباط متقابل فرهنگ، اقتصاد و محیط زیست در خط مقدم توسعه پایدار می‌باشد (مجمع براتلند، ۱۹۸۷). توسعه پایدار ترکیبی از دو واژه است که دو جنبه متفاوت (پیشرفت اقتصادی- صنعتی و کیفیت محیط زیست) را در یک نماد (توسعه پایدار) جمع می‌کند. به عبارت دیگر دو مفهوم اقتصاد و اکولوژی در کنار هم قرار گرفته و زیربنای استراتژی توسعه پایدار را شکل می‌دهد (کهن، ۱۳۷۶). آنچه در تعاریف مربوط به توسعه پایدار مشترک می‌باشد، جنبه پویایی آن، رفع نیازهای اساسی، توجه خاص به حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از تخریب و آلودگی آن می‌باشد (دیرباز، ۱۳۸۶). برای نیل به توسعه پایدار، باید فاکتورهای اجتماعی، اکولوژی و اقتصادی را در منابع زنده و غیر زنده و فعالیت‌های مختلف (چه استفاده کوتاه مدت و یا بلند مدت و یا عدم استفاده) را در نظر داشت. سه پیش شرطی که در رابطه با سیاست‌های توسعه در نظر گرفته شده عبارتند از: حفظ جریانات اکولوژی، استفاده از منابع و حفظ تنوع ژنتیکی می‌باشد. پایداری برنامه‌های مدیریت مشارکتی حوضه‌های آبخیز را می‌توان با محوریت سه نشانگر اساسی مورد بررسی قرار داد که این سه نشانگر عبارتند از نشانگر اجتماعی و فرهنگی، نشانگر اقتصادی و نشانگر محیط‌زیستی و اکولوژیکی (دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری، ۱۳۸۲).

در حال حاضر با افزایش روزافزون جمعیت کره زمین و همچنین پیشرفت علم و تکنولوژی، تأثیر تخریب انسان روی طبیعت بیشتر شده و سیمای طبیعت روز به روز حالت طبیعی و اولیه خود را از دست می‌دهد (قمی اوپلی و همکاران، ۱۳۸۶). با تخریب منابع طبیعی و محیط زیست و کاهش مساحت آن شاهد انقراض گونه‌های گیاهی و جانوری و در نتیجه کاهش تنوع زیستی هستیم (غلامی و همکاران، ۱۳۸۵). در سال‌های اخیر لزوم توجه به طبیعت و محیط‌زیست در جوامع بین‌المللی برای همه آشکار شده و همین امر زمینه‌های توجه به توسعه پایدار را فراهم آورده است و باعث شده که سران کشورهای جهان نگرانی خود را نسبت به این موضوع اعلام نمایند. اگرچه امروزه هدف توسعه پایدار تقریباً در سطح جهانی پذیرفته شده است ولی مردم اطلاعات اندکی در رابطه با آنچه که مستلزم رسیدن به این هدف می‌باشد، دارند. همچنین اطلاعات کمی در مورد نحوه رسیدن به توسعه پایدار وجود دارد. سوالاتی مانند حالت مطلوب توسعه انسانی، ترکیب عادلانه و پایدار از رفاه انسان و اکوسیستم انعطاف‌پذیر و در عین حال حمایت‌کننده حایز اهمیت می‌باشد. هر چند که پایداری منابع آب در یک حوضه آبخیز به طور مستقیم وابسته به شرایط هیدرولوژیکی، محیطی، زندگی و سیاست می‌باشد اما تلاش‌های محدودی برای ادغام و قابل مقایسه کردن آن‌ها انجام شده است.

شاخص‌های یکپارچه به منظور بررسی و برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری استفاده می‌شوند. سازمان ملل متحد از شاخص توسعه انسانی^۱ HDI به مدت چندین سال استفاده نمود (UNDP، ۱۹۹۸). این شاخص معیارهای آموزش، امید به زندگی و اطلاعات مربوط به درآمد شهرداری‌ها، دولت‌ها و کشورها را ادغام می‌کند. HDI بین ۰ تا ۱ متغیر می‌باشد و دارای استفاده ساده، موثر و کاربردی در سرتاسر جهان می‌باشد. Lawrence و همکاران در سال ۲۰۰۲ با هدف برآورد کمبود آب در کشورهای جهان، شاخص فقر آب (WPI^۲) را ارائه دادند که این شاخص بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر می‌باشد. این شاخص همچنین به عنوان یک نشانگر اطلاعاتی در رابطه با منابع آب در دسترس، برای امتیازدهی از آب و محیط‌زیست استفاده می‌کند. این نویسندگان شاخص WPI را در چندین کشور به کار بردند، اما دریافتند که این شاخص به شدت به شاخص HDI ($R=0.81$) وابسته می‌باشد. تغییرات WPI شاخص تنوع آب و هوایی است که میزان آسیب‌پذیری کشورها، مناطق و جوامع را در رابطه با منابع آب برآورد می‌کند (Sullivan و Meigh، ۲۰۰۵). هر دو شاخص به صورت تلفیقی هستند و نشانگرهایشان

1- Human Development Index

2- Water Poverty Index

به صورت ذهنی بوده و علاوه بر آن مخصوص حوضه آبخیز نیستند. اخیراً شاخص پایداری محیط زیست (ESI¹) توسط Esly و Levy (۲۰۰۴) پیشنهاد شده است که این شاخص از ۵ مولفه که شامل ۲۱ نشانگر و ۷۶ متغیر است استفاده می‌کند. اگرچه این شاخص در چندین کشور مختلف مورد استفاده قرار گرفت، اما قابلیت استفاده از این شاخص به علت این که تعدادی از نشانگرها و متغیرهای آن در نواحی با داده‌های کم وجود ندارد کاهش یافته است. همچنین این شاخص مخصوص حوضه آبخیز نبوده و نمی‌تواند بازخورد تغییر سیاست را در یک حوضه آبخیز در طی یک دوره زمانی معین در نظر بگیرند (iucn, ۲۰۰۱).

در سال ۲۰۰۶ شاخص پایداری حوضه آبخیز توسط chaves و Alipaz ارائه شد. شاخص پایداری حوضه آبخیز (WSI) یک شاخص یکپارچه مبتنی بر مسائل هیدرولوژی، محیط زیست، زندگی و شرایط سیاستی دولت (HELP²) در حوضه آبخیز می‌باشد که شامل جمع‌آوری، توصیف و ارزیابی داده‌های مرتبط به مسائل اقتصادی-اجتماعی است. شاخص HELP توسط یونسکو ارائه شده و علاوه بر آن به صورت تلفیقی با یک متغیر به نام شاخص پایداری حوضه آبخیز (WSI) به کار برده می‌شود. این شاخص مخصوص حوضه آبخیز است که مبتنی بر روابط علت-معلولی بوده و بازخورد سیاست اجرا شده در یک دوره معین را نشان می‌دهد که برای ارزیابی پایداری حوضه آبخیز به کار می‌رود (Chaves و Alipaz, ۲۰۰۶). این شاخص یک شاخص کمی، پویا و به هم پیوسته می‌باشد که از یک تابع تحت عنوان وضعیت فشار-وضعیت موجود-واکنش (Pressure - State - Response) (Chaves و Aliaz, 2006) استفاده می‌کند. WSI همچنین مناسب برای استفاده در حوضه‌های آبخیز مشابه (تا ۲۴۰۰ کیلومتر مربع) می‌باشد و به عنوان برنامه بین‌المللی هیدرولوژی - یونسکو HELP³-IHP⁴ UNESCO در حوضه‌های رودخانه ای از سال ۲۰۰۴ مورد استفاده قرار گرفته است. WSI از ادغام جنبه‌های هیدرولوژی (H)، محیط زیست (E)، زندگی (L) و سیاست (P) در یک حوضه آبخیز تحت سه پارامتر اصلی وضعیت فشار-وضعیت موجود-واکنش تشکیل یافته است. این شاخص نیز مانند بسیاری از دیگر شاخص‌ها محدودیت‌هایی دارد که به‌طور عمده ناشی از مشکلات مربوط به جمع‌آوری

1- Environmental Suitability Index

2- Hydrology for the Environment, Life, and Policy

3- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

4- International Hydrology Program

اطلاعات به روز محلی در سطح حوضه آبخیز می‌باشد که شاید یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو برای اجرای این شاخص در کشورهای در حال توسعه باشد (e.g. See Molle و Molling, ۲۰۰۳).

۱-۲- روش ارزیابی پایداری (IUCN)

در طی سال‌های اخیر، IUCN در پی توسعه ابزاری به منظور بهبود ارزیابی مدیریت منابع طبیعی به نحوی که با محیط‌زیست سازگار باشد بوده است. روش ارزیابی توسعه پایدار IUCN روشی است که منظور ارزیابی سلامتی انسان و اکوسیستم به طور همزمان می‌پردازد که این ارزیابی به معنی اندازه‌گیری میزان پیشرفت به سمت پایداری نیز است. در حال حاضر از این رویکرد به منظور استراتژی حفاظت و برنامه‌های تنوع زیستی به منظور حفاظت از جنگل‌ها استفاده می‌شود. توسعه پایدار، یک روش تقریباً پذیرفته شده جهانی می‌باشد، با این حال در حاضر درک درستی از چگونگی دستیابی به آن یا چگونگی اندازه‌گیری میزان پیشرفت به سوی اهداف آن وجود ندارد. در واقع این ارزیابی می‌تواند با جمع‌آوری نظام‌مند اطلاعات به عنوان یک پل کمکی برای تعیین میزان پیشرفت قابل استفاده باشد (IUCN, 2001).

در این پژوهش با توجه این که حوضه آبخیز چهل‌چای، حوضه‌ای با کاربری غالب جنگل می‌باشد، مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌ها مطابق با روش ارزیابی پایداری IUCN سازماندهی شده است که مبتنی بر موضوعات و نگرانی‌های مربوط به جنگل‌ها می‌باشد. در این روش تلاش گردیده که برخی از مسائل کلیدی و نگرانی‌های مرتبط با بحث حفاظت از جنگل‌ها را در غالب یک سری شاخص‌ها جمع‌آوری و پس از امتیازدهی و تجزیه و تحلیل، پایداری ارزیابی می‌گردد. روشی که به منظور تجزیه و تحلیل شاخص‌ها به کار می‌رود به خودی خود این‌گونه در نظر گرفته شده است که به کاربران این اجازه را می‌دهد که تعریف خودشان را از توسعه پایدار، با تعیین استانداردهای عملکردی برای هر شاخص داشته باشند. ارزیابی پایداری روشی برای اندازه‌گیری توسعه پایدار است که سلامتی انسان و اکوسیستم را با هم در نظر می‌گیرد. این روش با جمع‌آوری شاخص‌ها در داخل معیارها (ابعاد)، پایداری را اندازه‌گیری می‌کند و از معیارهای مختلفی که در رابطه با توسعه انسانی و حفاظت از اکوسیستم می‌باشند استفاده می‌کند که به منظور ساماندهی به شاخص‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تفکیک موضوعی به ساماندهی یک مجموعه بزرگ و متناقض از شاخص‌های مختلف در غالب مناسب‌ترین و گسترده‌ترین طیف موضوعی کمک می‌نماید.

- از فواید به کار بردن روش IUCN نسبت به روش WSI می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- ۱- قابلیت به تصویر درآوردن وضعیت پایداری حوضه آبخیز در قالب نقشه که می‌تواند به آسانی برای اқشار مختلف و به خصوص ساکنین حوضه آبخیز قابل درک باشد.
 - ۲- شناسایی و بررسی نقاط قوت و ضعف در برنامه‌های مدیریتی حوضه آبخیز.
 - ۳- استفاده از معیار، شاخص و متغیر که منجر به درک عمیق‌تری از روابط موجود در پدیده‌های مختلف وابسته به حوضه آبخیز می‌شود.
 - ۴- برخورد یکسان با مردم و اکوسیستم
 - ۵- عدم هم‌پوشانی جنبه‌های مثبت و منفی تاثیرگذار بر روی پایداری حوضه آبخیز و بررسی جزء به جزء پدیده‌ها.
 - ۶- استفاده از شاخص‌هایی که قابلیت تغییر در وضعیت موجود آن‌ها در حوضه وجود داشته باشد. به عبارت دیگر استفاده از شاخص‌های انسانی به عنوان مهم‌ترین عامل موثر در روند تغییر مثبت یا منفی وضعیت پایداری حوضه آبخیز.
 - ۷- استفاده از شاخص‌های کمی به جای استفاده از شاخص‌های کیفی.
 - ۸- قابلیت استفاده در حوضه‌های آبخیز متفاوت.

۳-۱- ویژگی‌های کلیدی روش ارزیابی پایداری IUCN

- ۱- برخورد یکسان با مردم و اکوسیستم: توسعه انسانی بدون وجود یک محیط زیست سالم امکان پذیر نمی‌باشد و به همین ترتیب حفاظت از محیط زیست بدون پرداختن به نیازهای مردم امکان‌پذیر نیست. توجه هم‌زمان به رفاه مردم و اکوسیستم، یک چشم انداز بهتر و احتمالاً بیشتری را از لحاظ پایداری نسبت به زمانی که آن‌ها را به صورت جداگانه در نظر بگیریم ایجاد می‌کند.
- ۲- تحلیل سلسله مراتبی از یک تصویر بزرگ به جزئیات آن: اطلاعات در یک ارزیابی پایداری سازماندهی شده می‌باشد. به طوری که هر یک از شاخص‌های منحصر به فرد می‌توانند به منظور کمک به درک ما از موضوعات بزرگتر (یا ابعادی از قبیل: جنگل‌ها، ثروت یا استفاده از منابع) و در نهایت سلامتی انسان و اکوسیستم به کار روند.