



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی
گروه آموزشی مرتع و آبخیزداری

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری

عنوان:

**تحلیل زمانی-مکانی سلامت رودخانه‌ها با استفاده از شاخص‌های هیدرولوژیک
جریان در استان اردبیل**

اساتید راهنما:

دکتر رئوف مصطفی‌زاده

دکتر اباذر اسمعلی عوری

استاد مشاور:

دکتر مجید رئوف

پژوهشگر:

سعید خروشی عیسی‌لو

نام خانوادگی دانشجو: خروشی عیسی لو	نام: سعید
عنوان پایان نامه: تحلیل زمانی-مکانی سلامت رودخانه‌ها با استفاده از شاخص‌های هیدرولوژیک جریان در استان اردبیل	
اساتید راهنما: دکتر رئوف مصطفی‌زاده و دکتر اباذر اسمعیلی استاد مشاور: دکتر مجید رئوف	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی منابع طبیعی
گرایش: آبخیزداری	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ دفاع: ۱۳۹۵/۱۱/۱۰
	تعداد صفحات: ۷۱
<p>چکیده: ارزیابی سلامت رودخانه می‌تواند به‌عنوان ابزاری در برآورد جریان زیست‌محیطی و کمی‌نمودن مقدار، زمان بندی و کیفیت جریان آب مورد نیاز در تداوم حیات اکوسیستم‌های رودخانه‌ای استفاده شود. هدف از مطالعه حاضر تحلیل زمانی-مکانی سلامت رودخانه‌ها با استفاده از شاخص‌های هیدرولوژیک جریان در استان اردبیل است. بدین منظور از داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۶۷ جهت تجزیه و تحلیل سلامت هیدرولوژیک رودخانه استفاده گردید و با استفاده از نرم افزار Flow Health امتیاز سلامت هیدرولوژیک جریان برای همه ایستگاه‌ها و زیرمعیارهای هیدرولوژیک محاسبه شد. سپس از آزمون ناپارامتریک من-کندال و روش تخمین گر سن جهت تعیین وجود یا عدم وجود روند مثبت و منفی در سطوح مختلف آماری و از آزمون همبستگی برای مشخص کردن ارتباط عوامل مختلف بر سلامت هیدرولوژیک استفاده شد. هم‌چنین برای ارزیابی تغییرات زمانی دوره آماری به چهار دوره پنج ساله تقسیم گردید. نتایج پژوهش نشان داد که ایستگاه فیروزآباد بیش‌ترین و ایستگاه گیلانده کم‌ترین امتیاز سلامت هیدرولوژیک را دارند و روند کاهشی معنی‌دار سلامت هیدرولوژیک رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۳ ایستگاه از ۲۴ ایستگاه) را نشان داد. ایستگاه‌های سولا و فیروزآباد روند افزایشی معنی‌دار داشتند و در ایستگاه‌های باقی‌مانده روندی معنی‌دار تشخیص داده نشد. با توجه به نتایج بدست آمده از نقشه‌های تغییرات مکانی سلامت هیدرولوژیک رودخانه، بیش‌ترین تغییر وضعیت شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در بخش مرکزی و کم‌ترین تغییرات و کاهش شاخص مذکور در قسمت‌های شمالی و جنوبی استان مشاهده شد. هم‌چنین بین امتیاز سلامت هیدرولوژیک و عوامل مختلف همبستگی معناداری وجود ندارد. در مجموع می‌توان گفت که میزان تغییرات و کاهش درجه سلامت هیدرولوژیک جریان در دوره‌های اخیر بسیار بیش‌تر از گذشته بوده است که می‌تواند با افزایش شدت بهره‌برداری از منابع آب سطحی و کاهش آبدهی مرتبط باشد.</p>	
کلید واژه‌ها: تغییرات جریان، آزمون من-کندال، درجه سلامت، شاخص هیدرولوژیک، جریان رودخانه	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- مفهوم سلامت رودخانه.....	۳
۳-۱- تعاریف.....	۴
۴-۱- عملکردهای رودخانه.....	۵
۵-۱- معیارهای هیدرولوژیک ارزیابی سلامت رودخانه.....	۸
۱-۵-۱- گروه ۱: مقدار دبی ماهانه.....	۸
۱-۵-۲- گروه ۲: مدت زمان و قابلیت پیشبینی سالانه دبی حداکثر و حداقل.....	۸
۱-۵-۳- گروه ۳: تغییرات زمانی دبی‌های حدی کم و زیاد در مقیاس زمانی سالانه.....	۹
۱-۵-۴- گروه ۴: فراوانی، تداوم و قابلیت پیشبینی از دبیهای زیاد و کم وقایع.....	۹
۱-۵-۵- گروه ۵: شدت و فراوانی تغییرات در حجم دبی.....	۹
۶-۱- زیرمعیارهای شاخص سلامت جریان.....	۹
۷-۱- سؤال‌های پژوهش.....	۱۰
۸-۱- فرضیه پژوهش.....	۱۰
۹-۱- اهداف پژوهش.....	۱۱
۱۰-۱- ضرورت و اهمیت پژوهش.....	۱۱

فصل دوم: سوابق پژوهش

۱-۲- مقدمه.....	۱۳
۲-۲- از مطالعاتی که در زمینه سلامت انجام شده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.....	۱۳
۱-۲-۲- ارزیابی سلامت رودخانه.....	۱۳
۲-۲-۲- ارزیابی خصویات هیدرولوژیک جریان.....	۱۵
۳-۲- جمع‌بندی.....	۱۶

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۱-۳- موقعیت منطقه مطالعاتی.....	۶۲
۲-۳- معرفی نرم افزار Flow Health.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۳- عملکردهای اصلی نرم افزار Flow Health.....	Error! Bookmark not defined.

۳-۳-۱- فراهم کردن یک امتیاز سالانه برای شاخص‌های هیدرولوژیکی در ارزیابی سلامت رودخانه **Error!**

Bookmark not defined.

۳-۳-۲- معرفی یک کمینه ماهانه رژیم جریان زیست محیطی **Error! Bookmark not defined.**

۳-۳-۳- آزمون سلامت هیدرولوژیکی رژیم جریان زیست محیطی ماهانه **Error! Bookmark not defined.**

۳-۳-۴- تولید یک سری زمانی جریان ماهانه مصنوعی بر اساس رژیم جریان زیست محیطی **Error! Bookmark not defined.**

۳-۴-۴- معرفی زیرمعیارها **Error! Bookmark not defined.**

۳-۵-۵- انتخاب ایستگاه‌ها **Error! Bookmark not defined.**

۳-۶-۶- ارزیابی و انتخاب طول دوره آماری **Error! Bookmark not defined.**

۳-۷-۷- تبدیل داده‌ها به فرمت نرم‌افزار **Error! Bookmark not defined.**

۳-۸-۸- محاسبه امتیاز زیرمعیارها **Error! Bookmark not defined.**

۳-۹-۹- معیارهای مورد نیاز برای محاسبه سلامت جریان **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۰-۱۰- انتخاب دوره‌های پنج ساله برای ارزیابی تغییرات زمانی **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۱-۱۱- درونیابی به روش وزنی معکوس فاصله **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۲-۱۲- روش‌های تعیین روند در یک رودخانه در طول زمان **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۲-۱- نرم‌افزار مکسنس: **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۲-۲- روش من-کندال **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۳-۱۳- تعیین ارتباط سلامت هیدرولوژیکی رودخانه با عوامل موثر **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۴-۱۴- گروه‌بندی رودخانه‌ها **Error! Bookmark not defined.**

۳-۱۵-۱۵- نرم‌افزار PAST **Error! Bookmark not defined.**

فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

۴-۱-۱- نتایج نرم‌افزار Flow Health **Error! Bookmark not defined.**

۴-۲-۲- امتیاز سلامت هیدرولوژیکی جریان **Error! Bookmark not defined.**

۴-۳-۳- تغییرات زمانی شاخص سلامت هیدرولوژیکی رودخانه با آزمون تخمین گر سن و آزمون من-کندال **Error!**

Bookmark not defined.

۴-۴-۴- تغییرات شاخص سلامت هیدرولوژیکی دوره‌های ۵ ساله **Error! Bookmark not defined.**

۴-۵-۵- تغییرات مکانی سلامت هیدرولوژیکی در دوره‌های ۵ ساله **Error! Bookmark not defined.**

۴-۶-۶- همبستگی شاخص سلامت با عوامل مختلف **Error! Bookmark not defined.**

۴-۷-۷- گروه‌بندی به روش K-means clustering **Error! Bookmark not defined.**

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱-۱- امتیاز سلامت جریان و مقایسه آن در رودخانه‌های مختلف **Error! Bookmark not defined.**

۵-۲-۲- روند تغییرات زمانی شاخص سلامت جریان در مقیاس سال **Error! Bookmark not defined.**

۵-۳-۳- تغییرات شاخص سلامت جریان در دوره‌های ۵ ساله **Error! Bookmark not defined.**

Error! Bookmark not defined.	۴-۵- تغییرات مکانی شاخص سلامت جریان
Error! Bookmark not defined.	۵-۵- آزمون همبستگی عوامل موثر بر شاخص سلامت جریان
Error! Bookmark not defined.	۶-۵- گروه‌بندی رودخانه‌ها از نظر شاخص سلامت جریان
Error! Bookmark not defined.	۷-۵- آزمون فرضیه.....
Error! Bookmark not defined.	۸-۵- پیش‌نهادات تحقیق.....
Error! Bookmark not defined.	فهرست منابع و مآخذ:.....

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۱: شاخص‌های ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه.....	۷
جدول ۱-۳: مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در ارزیابی شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در استان اردبیل.....	۲۱
جدول ۲-۱: خصوصیات آماری دبی روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه استان اردبیل.....	۲۸
جدول ۱-۴: امتیاز زیرمعیارهای ایستگاه شمس‌آباد.....	۴۱
جدول ۲-۴: امتیاز شاخص سلامت هیدرولوژیک جریان ایستگاه‌های استان اردبیل.....	۴۲
جدول ۳-۴: شیب رگرسیونی ایستگاه سلامت هیدرولوژیک رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه استان اردبیل.....	۴۷
جدول ۴-۴: نتایج آزمون‌های من-کندال (Z_i) و سن (Q) برای شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در استان اردبیل.....	۴۸

فهرست شکل ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۱: مفهوم سلامت رودخانه.....	۵
شکل ۱-۳: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در ارزیابی شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در استان اردبیل.....	۲۰
شکل ۲-۳: نمایی کلی از نرم‌افزار Flow Health.....	۲۳
شکل ۳-۳: نمونه‌ای از جدول موزاییک نرم افزار Flow Health.....	۲۳
شکل ۴-۳: نمونه‌ای از نمودار خطی نرم‌افزار Flow Health.....	۲۴
شکل ۱-۴: وضعیت کلی معیارهای ارزیابی تغییرات جریان در طول دوره آماری در ایستگاه شمس‌آباد.....	۳۸
شکل ۲-۴: نمودار تجمعی زیرمعیارهای سلامت هیدرولوژیک رودخانه ایستگاه شمس‌آباد.....	۴۰
شکل ۳-۴: نمودار خطی زیر معیارهای سلامت هیدرولوژیک رودخانه ایستگاه شمس‌آباد.....	۴۰
شکل ۴-۴: تغییرات شاخص سلامت هیدرولوژیک جریان در رودخانه‌های استان اردبیل.....	۴۳
شکل ۵-۴: تحلیل شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه استان اردبیل به روش تخمین‌گر سن.....	۴۵
شکل ۶-۴: توزیع روند شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه استان اردبیل.....	۴۹
شکل ۷-۴: متوسط مقادیر شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در دوره پنج ساله ایستگاه‌های استان اردبیل.....	۵۰
شکل ۸-۴: نقشه دوره‌های پنج ساله ایستگاه‌های مورد مطالعاتی استان اردبیل.....	۵۲
شکل ۹-۴: نمودار جعبه‌ای امتیاز سلامت هیدرولوژیک جریان ایستگاه‌های استان اردبیل.....	۵۳
شکل ۱۰-۴: نمودار جعبه‌ای دوره‌های پنج ساله امتیاز شاخص سلامت هیدرولوژیک ایستگاه‌های استان اردبیل.....	۵۴
شکل ۱۱-۴: تغییرات مکانی سلامت هیدرولوژیک رودخانه پنج ساله اول در ایستگاه‌های مورد مطالعه اردبیل.....	۵۵
شکل ۱۲-۴: تغییرات مکانی سلامت هیدرولوژیک رودخانه پنج ساله دوم در ایستگاه‌های مورد مطالعه اردبیل.....	۵۵
شکل ۱۳-۴: تغییرات مکانی سلامت هیدرولوژیک رودخانه پنج ساله سوم در ایستگاه‌های مورد مطالعه اردبیل.....	۵۶
شکل ۱۴-۴: تغییرات مکانی سلامت هیدرولوژیک رودخانه پنج ساله چهارم در ایستگاه‌های مورد مطالعه اردبیل.....	۵۶

شکل ۴-۱۵: همبستگی میان شاخص سلامت هیدرولوژیک جریان و متغیرهای مستقل در آبخیزهای مورد مطالعه استان

اردبیل.....۵۸

شکل ۴-۱۶: گروه‌بندی رودخانه‌های استان اردبیل بر اساس شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه.....۶۰

فهرست علائم اختصاری

مفهوم یا توضیح	علامت اختصاری
حداکثر جریان	HF
حداقل جریان	LF
حداکثر جریان ماهانه	HM
حداقل جریان ماهانه	LM
تداوم حداکثر جریان	PH
تداوم حداقل جریان	PL
تداوم جریان خیلی کم	PVL
تغییرات فصلی بودن جریان	SFS
دامنه جریان سیلابی	FFI

فصل اول:

کلیات پژوهش

رودخانه‌ها، سیستم‌های پیچیده و دینامیک اکوهیدرولوژیک هستند که به‌شدت تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارند (پینتو^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). امروزه فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی باعث تخریب شدید اکوسیستم‌های رودخانه‌ای شده است و احیا و حفاظت از رودخانه‌ها اهمیت ویژه‌ای پیدا نموده است. ارزیابی سلامت رودخانه، امکان حفظ، احیاء و بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع آب و خدمات اکوسیستم رودخانه‌ای را فراهم می‌نماید.

بسیاری از فعالیت‌ها و خدمات اقتصادی و اجتماعی انسان وابسته به رودخانه‌ها هستند، ولی انسان تغییرات چشمگیری در رودخانه‌ها ایجاد کرده است. اینجا یک سؤال پیش می‌آید که آیا همه این تغییرات به این معناست که مردم سلامت رودخانه‌ها را تهدید می‌کنند؟ پاسخ این سؤال بستگی دارد که از چه کسی و با چه هدفی پرسیده شود. مثلاً برای آبیاری رودخانه‌هایی سالم‌اند که آب کافی برای آبیاری زمین‌ها وجود داشته باشد، برای تولید نیروی برق‌ابی رودخانه‌ای سالم است که آب کافی برای تولید برق وجود داشته باشد. اما هر یک از این موارد، بخش کوچکی از یک تصویر جامع در مورد سلامت رودخانه است (کار^۲، ۱۹۹۹). رودخانه‌ها بسیاری از محصولات و خدمات مهم را از قبیل آب آشامیدنی، تولید برق، توزیع مواد مغذی، حفظ مواد آلی و زیستگاه برای بسیاری از گیاهان منحصربه‌فرد و حیوانات و فعالیت‌های تفریحی را فراهم می‌سازند (کار، ۲۰۰۰). مخصوصاً در دهه‌های گذشته تحولات اجتماعی-اقتصادی و افزایش جمعیت و توسعه مناطق مسکونی و شهری در حاشیه رودخانه‌ها باعث تخریب و افزایش آلودگی رودخانه‌ها در سراسر جهان شده است. آب منبع مهمی برای حیات انسان و جانداران، حفظ تنوع زیستی، حفظ اکوسیستم حاشیه رودخانه و حفظ حیات بر روی کره زمین است. در جهان

1- Pinto
2- Karr

تعداد کمی از رودخانه‌ها بصورت دست نخورده و بکر باقی مانده‌اند. عوامل مهم تهدیدکننده رودخانه‌ها شامل غنی‌سازی مواد غذایی، افزایش شوری، تجمع آفت‌کش‌ها، بارگذاری رسوب، استحصال آب، از دست دادن پوشش گیاهی جوامع حاشیه رودخانه، تخلیه پساب‌ها هستند (پوف^۱، ۱۹۹۶؛ اسکافیلد و دیویس^۲، ۱۹۹۶).

۱-۲- مفهوم سلامت رودخانه

تعریف سلامت رودخانه و ارزیابی وضعیت آن یک موضوع دشوار و پیچیده است، چون دربرگیرنده همه منافع و مفهوم‌های مختلف است و باید در زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی یا ارزش‌های زیست‌محیطی تعریف شده و یا به وسیله شاخص‌های بیولوژیکی، شیمیایی یا فیزیکی مورد ارزیابی قرار گیرد. علاوه بر این، سلامت رودخانه از اهداف اجتماعی، سیاسی و علمی نیز متأثر است که تعریف و اندازه‌گیری آن را کاملاً پیچیده می‌نماید (پینتو و همکاران، ۲۰۱۲). معنی واژه‌ی "سلامت" به‌عنوان وضعیت، تندرستی، سرزندگی و یا موفقیت است، به عبارتی واژه سلامت یک اختصار برای یک شرایط خوب است. سلامت رودخانه‌ها یک توصیف از شرایط حیات آن و همچنین یک ارزیابی گسترده از عملکردهای رودخانه‌ها و ارتباط آن با جوامع انسانی است (ژیائویان^۳ و همکاران، ۲۰۰۶). در ابتدا اصطلاح سلامت رودخانه در کنترل آلودگی آب ایالت متحده (قانون آب پاک^۴) در سال ۱۹۷۲ پیشنهاد شد (کار، ۲۰۰۰). هدف این قانون بازگرداندن و حفظ وضعیت شیمیایی، فیزیکی و یکپارچگی^۵ آب بود که به معنی حفظ ساختار طبیعی و عملکرد اکوسیستم است. بر اساس قانون آب پاک بسیاری از محققان سلامت رودخانه را به‌عنوان حفظ یکپارچگی اکوسیستم رودخانه در نظر گرفته‌اند (میر^۶، ۱۹۹۷).

1- Poff
2- Schofield & Daveis
3- Xiaoyan
4- Clean Water Act
5- Integrity
6- Meyer

۱-۳- تعاریف

اصطلاح سلامت رودخانه یک مفهوم گسترده است و توصیف آن در یک اصطلاح دقیق علمی دشوار است و محققان مفاهیم مختلفی درباره سلامت رودخانه ارائه داده‌اند (گو^۱، ۲۰۰۸). در سال ۱۹۹۷ میر، سلامت رودخانه را این‌چنین تعریف می‌کند که رودخانه سالم، اکوسیستمی پایدار و انعطاف‌پذیر است که ساختار و عملکردهای زیست‌محیطی را در طول زمان حفظ کند درحالی‌که بتواند به‌طور مداوم نیازها و انتظارات اجتماعی را نیز برطرف سازد. بنا بر تعریف نوریس^۲ در سال ۱۹۹۹ رودخانه سالم اکوسیستمی است که یکپارچگی بیولوژیکی و پایداری داشته باشد. فایرودر^۳ در سال ۱۹۹۹ بیان می‌کند که سلامت رودخانه را با اندازه‌گیری جامع بیان کرد. کار نیز در سال ۱۹۹۹ سلامت را این‌چنین تعریف می‌نماید که سلامت با یکپارچگی برابر است و بررسی سلامت از طریق شاخص یکپارچگی بیولوژیکی است. سلامت رودخانه برابر با یکپارچگی هیدرولوژیک، یکپارچگی اکولوژیکی، شرایط زیستگاهی و پارامترهای شیمیایی است (ان^۴، ۲۰۰۲). ووگتوین^۵ در سال ۲۰۰۶ سلامت رودخانه را تبیین توانایی یک رودخانه در حفظ عملکرد اکولوژیکی آن بر اساس ساختار خود و توانایی رفع نیازهای اقتصادی مطابق با شرایط اجتماعی جامعه تعریف می‌کند. ژرن^۶ در سال ۲۰۰۵ بیان می‌کند که سلامت رودخانه یک اصطلاح دقیق علمی نیست اما یک ابزار در مدیریت رودخانه است. ژیانویان نیز در سال ۲۰۰۶ سلامت رودخانه را یک توصیف از شرایط رودخانه با ویژگی‌های اجتماعی است تعریف می‌کند و نیز استاندارد سلامت رودخانه در زمینه‌های مختلف منعکس‌کننده واقعیت اجتماعی است. نظریه‌های سلامت رودخانه در امریکا، استرالیا، انگلستان، کانادا و افریقای جنوبی توسعه یافته است (یانوی و ژیفنگ^۷، ۲۰۰۵).

1- Guo

2- Norris

3- Fairweather

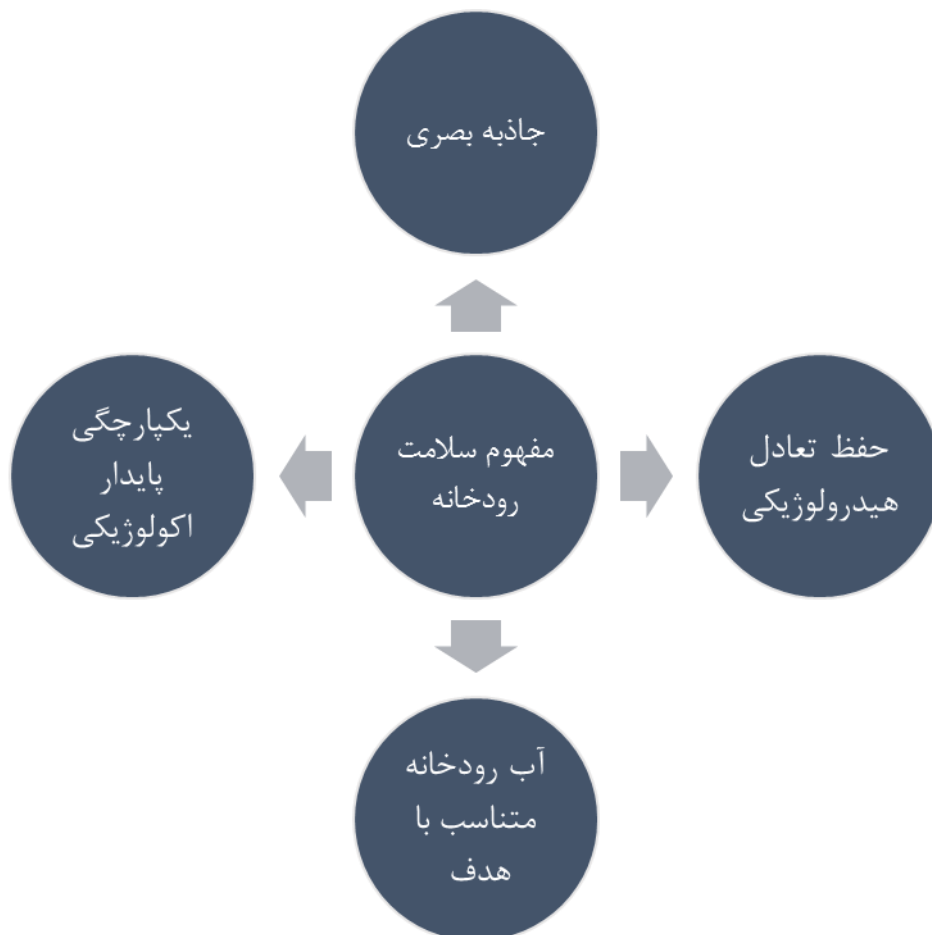
4- An

5- Vugteveen

6- Zheren

7- Yanwei & Zhifeng

ارزیابی سلامت رودخانه از اهداف مهم مدیریت رودخانه است و امکان تبیین استراتژی‌های مدیریت، حفظ، احیاء و بهره‌برداری از اکوسیستم رودخانه را فراهم می‌نماید. شکل ۱-۱ تعریف متفاوتی از سلامت رودخانه است (پینتو و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل ۱-۱: مفهوم سلامت رودخانه

۴-۱- عملکردهای رودخانه

عملکردهای رودخانه شامل دو نوع عملکرد اصلی اجتماعی و اقتصادی و عملکرد طبیعی است. عملکردهای اجتماعی رودخانه منعکس‌کننده تامین سیستم‌های اجتماعی-اقتصادی (شامل جنبه‌های زیبایی‌شناختی، تفریحی و تامین آب شرب) است و هدف اصلی آن حفاظت از تداوم حیات سالم رودخانه‌هاست. عملکرد طبیعی رودخانه‌ها تضمین‌کننده‌ی کارکردهای اکوسیستم رودخانه‌هاست که در

نهایت بر توسعه پایدار جامعه و اقتصاد تأثیر می‌گذارد. داشتن هر دو عملکرد طبیعی و اجتماعی به‌طور همزمان شاخص اساسی از سلامت رودخانه است (ژائویان و همکاران، ۲۰۰۶). دبی رودخانه از مهم‌ترین ویژگی‌های هیدرولوژیکی رودخانه‌هاست و تأثیر مستقیم و غیرمستقیمی در سلامت اکوسیستم دارد درحالی‌که دبی رودخانه به‌طور مستقیم نیازهای زیستی گونه‌های گیاهی و جانوری رودخانه را تامین می‌کند، به‌طور غیرمستقیم نیز کیفیت فیزیکی و شیمیایی کیفیت آب را تغییر می‌دهد (یزدیان و همکاران، ۲۰۱۴). هنگامی که شاخص‌های سلامت رودخانه اندازه‌گیری می‌شوند باید به‌گونه‌ای تفسیر و تحلیل شوند که امکان مقایسه سیستم‌های پایش و مقایسه‌ی درجه پایداری سیستم‌های رودخانه‌ای را فراهم نماید. طبقه‌بندی سلامت رودخانه برای اهداف استاندارد استفاده می‌شود که هر یک از دسته‌بندی-های سلامت رودخانه با یک سطح از سلامت اکوسیستم وابسته است. سلامت رودخانه یک ارزیابی از حالت اکولوژیکی موجود از یک رودخانه خاص است که در آن هیچ ارزشی را نمی‌توان نسبت به اطمینان از توسعه پایدار سیستم‌های رودخانه‌ها اضافه کرد (کلاسن^۱، ۲۰۰۷).

از عوامل مؤثر بر سلامت رودخانه می‌توان به کاهش بارندگی، تغییرات کاربری اراضی، انحراف جریان آب و تغییر الگو و پیوستگی جریان اشاره نمود (بومر^۲، ۲۰۱۱). در جدول ۱-۱ شاخص‌های مربوط به ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه آورده شده است.

1- Claassen
2- Bowmer

جدول ۱-۱: شاخص‌های ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه (گو و همکاران، ۲۰۰۸)

مؤلفه	شاخص	توضیحات
محیط زیست رودخانه	نسبت تنظیم جریان زیست محیطی	نسبت جریان زیست محیط واقعی به جریان زیست محیطی محاسباتی
	نسبت استاندارد کیفیت آب	طول رودخانه دارای دامنه استاندارد کیفیت آب به طول رودخانه
	نسبت هدر رفت آب و خاک	نسبت هدر رفت آب و خاک به مساحت کل
	نسبت خود پالائی آب	مساحت تامین کننده عملکردهای آب به مساحت کل بدنه‌های آبی
شرایط فیزیکی	پیوستگی عرض رودخانه	نسبت حجم کل ذخیره جریان به متوسط رواناب سالانه رودخانه
	پیوستگی جانبی	نسبت مساحت مستغرق سیلابی به مساحت مستغرق جریان طبیعی
منطقه حاشیه رودخانه	پوشش حاشیه رودخانه	نسبت مساحت پوشش گیاهی به کل مساحت حاشیه رودخانه
	شاخص‌های تنوع سیمای سرزمین	$Hb = - \sum_{i=1}^n (h_j) * \ln(h_j)$ <p>که در آن، Hb = تنوع زیستی زیستگاه و h_j = فراوانی نسبی گونه‌های گیاهی است.</p>
	نسبت مساحت آب‌ها و تالاب‌ها	نسبت مساحت بدنه‌های آبی و تالاب‌ها به کل مساحت حوزه آبخیز
حیات آبریان	شاخص جامعه زیستی ماهی	گونه‌های ماهی شاخص
	شرایط بقاء گونه‌های نادر آبری	تعداد گونه‌های نادر آبری
	شاخص تنوع زیستی	فرمول تنوع زیستی شانون-وینر: $Hb = - \sum_{i=1}^s (p_i) * \log_2(p_i)$
عملکردهای اقتصادی-اجتماعی	نسبت سازه‌های مهندسی کنترل سیلاب	نسبت تعداد سازه‌های کنترل سیل موثر به کل سازه‌ها
	نسبت استفاده از منابع آب	نسبت ظرفیت استفاده از منابع آب به ظرفیت کل
	استفاده از آب به ازای تولید ناخالص داخلی	نسبت کمیت آب به تولید ناخالص داخلی
	نسبت تضمین آب آشامیدنی سالم	نسبت تعداد روزهای آب سالم (فاقد کلیفرم، کدوری کم‌تر از 5NUT، رنگ کم‌تر از 15NUT، فاقد بو و pH بین ۵/۶-۸/۵) بر کل روزهای سال
	نسبت تضمین تولید آب	نسبت تولید آب به تقاضای آب
	نسبت بهره‌برداری برقابی	ظرفیت احداث بهره‌برداری برقابی به کل ظرفیت احداث
	نسبت تامین فعالیت‌های کشتیرانی	نسبت روزهای بدون امکان کشتیرانی به کل روزهای سال

۵-۱- معیارهای هیدرولوژیک ارزیابی سلامت رودخانه

معیارهای هیدرولوژیک مورد استفاده در ارزیابی سلامت رودخانه در زیر ارائه شده است (تیلور^۱، ۲۰۰۶).

۱-۵-۱- گروه ۱: مقدار دبی ماهانه

قابلیت پیش‌بینی و یا پایداری جریان از فرمول $(C/(C+M))$ به دست می‌آید. مقدار این شاخص بین ۰-۱ در تغییر است و در آن مقدار C بیانگر پایداری زمانی و مقدار M نشان دهنده احتمال فصلی بودن جریان است. پایداری جریان توسط مقادیر C و M به ترتیب در رودخانه‌هایی با دبی ثابت و متغیر کاربرد دارند (پگ و پیرس^۲، ۲۰۰۲).

۱-۵-۲- گروه ۲: مدت زمان و قابلیت پیش‌بینی سالانه دبی حداکثر و حداقل

در این دسته از شاخص‌ها، مقادیر شاخص آب پایه در بازه‌های زمانی ۷ و ۳۰ روز برای دبی‌های حداقل و حداکثر جریان رودخانه‌ای در نظر گرفته می‌شود. به عبارتی در این شاخص‌ها بر تداوم دبی‌های حداقل و شاخص‌های منتج از منحنی تداوم جریان تاکید دارند که علاوه بر موارد مذکور می‌توان به شاخص Q95 نیز اشاره نمود (ریشتر^۳ و همکاران، ۱۹۹۶؛ باکر^۴ و همکاران، ۲۰۰۴). تداوم دبی‌های سیلابی و نیز فاصله بین وقوع سیل‌ها نیز از شاخص‌های تعیین‌کننده مدت دبی‌های حداکثر است.

1- Taylor
2- Pegg & Pierce
3- Richter
4- Baker

۱-۵-۳- گروه ۳: تغییرات زمانی دبی‌های حدی کم و زیاد در مقیاس زمانی سالانه

در محاسبه این شاخص، متوسط مقادیر ضریب تغییرات دبی‌های یک روزه حداکثر و حداقل در طول یک سال در رخدادهای حدی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ریشتر و همکاران، ۱۹۹۶). در این دسته از شاخص‌ها خصوصیات جریان‌های حدی با احتمال و فراوانی وقوع پایین در ارزیابی تغییرات استفاده می‌گردد. همچنین شاخص‌هایی مانند تعداد روزهای بدون جریان رودخانه‌ای و همچنین تداوم دبی‌های حداقل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۵-۴- گروه ۴: فراوانی، تداوم و قابلیت پیش‌بینی از دبی‌های زیاد و کم وقایع

در این دسته از شاخص‌ها متوسط وقایع دبی کم در هر سال، میانه تداوم دبی‌های جریان، ضریب تغییرات تعداد رخدادهای حداکثر در طول هر سال و ضریب تغییرات دبی‌های حداکثر در مواقع سیلابی مورد محاسبه قرار می‌گیرد که در آن مقادیر متوسط شاخص‌های جریان در ارزیابی خصوصیات هیدرولوژیک استفاده می‌گردد (ریشتر و همکاران، ۱۹۹۸، پگ و پیرس، ۲۰۰۲).

۱-۵-۵- گروه ۵: شدت و فراوانی تغییرات در حجم دبی

در این دسته از شاخص‌ها، متوسط تعداد سالانه تغییر وقایع از حالت دبی صعودی به نزولی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین ضریب پراکندگی شدت افزایش دبی (صعود) در رخدادهای سیلابی مد نظر قرار می‌گیرد (ریشتر و همکاران، ۱۹۹۶؛ USGS^۱، ۲۰۰۰؛ پگ و پیرس، ۲۰۰۲).

۱-۶- زیرمعیارهای شاخص سلامت جریان

بر اساس رویکرد ارائه شده توسط مرکز بین‌المللی آب سلامت جریان دارای ۹ زیر شاخص هیدرولوژیک، شامل حداکثر جریان^۲ (HF)، حداقل جریان^۳ (LF)، حداکثر جریان ماهانه^۱ (HM)، حداقل

1- United States Geological Survey (USGS)

2- Hight Flow

3- Low Flow

جریان ماهانه^۲ (LM)، تداوم حداکثر جریان^۳ (PH)، تداوم حداقل جریان^۴ (PL)، تداوم جریان خیلی کم^۵ (PVL)، تغییرات فصلی بودن جریان^۶ (SFS) و دامنه جریان سیلابی^۷ (FFI) است که در تحقیقات مرتبط با ارزیابی سلامت جریان نیز مورد استفاده قرار گرفته است (گیپل^۸ و همکاران، ۲۰۱۲). زیر معیارهای شاخص سلامت جریان بر اساس خصوصیات جریان ماهانه، در دوره‌های پر آبی و کم آبی، مقادیر حداکثر و حداقل جریان، توالی دوره‌های خشک و مرطوب جریان و خصوصیات فصلی بودن جریان و نیز تداوم فواصل میان دوره‌های سیلابی محاسبه می‌شوند که آن مفهومی مرتبط با سلامت اکولوژیکی است.

۱-۷- سؤال‌های پژوهش

- رودخانه‌های استان اردبیل از نظر درجه سلامت هیدرولوژیک در چه وضعیتی قرار دارند؟
- وضعیت سلامت رودخانه‌های استان اردبیل در طول دوره آماری موجود بر اساس شاخص‌های هیدرولوژیک چه تغییری نموده‌اند؟
- الگوی زمانی و مکانی وضعیت رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه از نظر درجه سلامت هیدرولوژیک چگونه است؟

۱-۸- فرضیه پژوهش

- رودخانه‌های استان اردبیل در درجه سلامت هیدرولوژیک پایینی قرار دارند.

1- Highest Monthly
 2- Lowest Monthly
 3- Persistently Higher
 4- Persistently Lower
 5- Persistently Very Lower
 6- Seasonality Flow Shift
 7- Flow Flood Interval
 8- Gippel

۹-۱- اهداف پژوهش

- ارزیابی وضعیت سلامت هیدرولوژیک رودخانه‌های استان اردبیل
- تعیین تغییرات زمانی سلامت رودخانه‌های استان اردبیل بر اساس شاخص‌های هیدرولوژیکی
- تغییرات الگوی زمانی و مکانی رودخانه‌های منطقه مطالعاتی از لحاظ درجه سلامت هیدرولوژیک

۱۰-۱- ضرورت و اهمیت پژوهش

رودخانه‌ها اکوسیستم‌های پیچیده در روی زمین هستند که بسیاری از محصولات و خدمات مهم را از قبیل آب آشامیدنی، تولید برق، بازیافت مواد مغذی، حفظ مواد آلی و زیستگاه برای بسیاری از گیاهان منحصربفرد حیوانات و فعالیت‌های تفریحی را فراهم می‌سازند. به دلیل استفاده‌های بیش از حد از رودخانه‌ها و افزایش رو به رشد جمعیت جهان در سالهای گذشته و با توجه به ارتباط نزدیک رودخانه‌ها با جوامع، بسیاری از اکوسیستم رودخانه‌ها نسبت به تنش‌های فعالیت انسانی آسیب‌پذیر هستند و تغییرات زیادی در رودخانه ایجاد شده است. بنابراین ارزیابی سلامت جریان یک برنامه کمکی برای برنامه‌ریزی و طراحی و مدیریت رژیم جریان رودخانه است. با این حال به‌عنوان یک نتیجه از تخریب در اثر دخالت و فعالیت‌های انسان، رودخانه‌ها دیگر قادر به ارائه مؤثر و پایدار خدماتی (تصفیه آب، تولید مواد غذایی و تفریح) نیستند. برای مقابله با این تأثیرات بسیاری از سازمان‌های مدیریت آب به ارزیابی و اندازه‌گیری شرایط رودخانه اغلب به‌عنوان سلامت رودخانه‌ها توجه ویژه‌ای دارند. همچنین تعیین سلامت رودخانه می‌تواند به‌عنوان یک وسیله برای برآورد و پیش‌بینی جریان زیست‌محیطی استفاده شود. در نتیجه از ارزیابی سلامت رودخانه می‌توان برای مدیریت رودخانه‌ها استفاده کرد.

فصل دوم:

سوابق پژوهش

۲-۱- مقدمه

در زمینه ارزیابی تغییرات جریان مطالعات متعددی انجام شده ولی در خصوص ارزیابی وضعیت سلامت هیدرولوژیک رودخانه در داخل کشور مطالعاتی انجام نشده است.

۲-۲- از مطالعاتی که در زمینه سلامت رودخانه انجام شده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۲-۲-۱- ارزیابی سلامت رودخانه

اسکافیلد و همکاران (۱۹۹۶) به ارزیابی سلامت رودخانه با استفاده از برنامه پیش‌بینی و طبقه‌بندی بی‌مهرگان رودخانه^۱ (RIVPACS) تحت برنامه سلامت ملی رودخانه^۲ در رودخانه‌های استرالیا پرداختند. ایشان بیان نمودند رویکرد مذکور بر مبنای مقایسه ترکیب مهره‌داران بزرگ در عرصه‌های مختلف با منطقه مرجع (با حداقل آشفستگی) استوار می‌باشد. قابل ذکر است که رویکرد پیش‌نهادی بیش‌تر بر سلامت اکولوژیک رودخانه متمرکز است. نوریس و توماس (۱۹۹۹) در یک تحقیق مروری با ارزیابی مفهوم سلامت رودخانه به این نتایج دست یافتند که علائم و شاخص‌های سلامت می‌تواند شامل متغیرهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی باشد. کار (۱۹۹۹) مفهوم و اندازه‌گیری سلامت رودخانه را بررسی کرده و بیان نمود که موفقیت در حفظ سلامت رودخانه بستگی به مدل‌های واقعی از تعامل میان خصوصیات آبخیز، رودخانه‌ها و فعالیت‌های انسانی دارد و پایش بیولوژیکی در نقاط مختلف رودخانه ارزیابی جامع‌تری از شرایط و سلامت رودخانه فراهم می‌کند. وی اشاره نمود که شاخص‌های بیولوژیکی معیارهای مهمی در توصیف شرایط و سلامت رودخانه، تشخیص دلایل تخریب و پیشنهاد برنامه‌های احیا و توسعه رودخانه هستند. شاخص‌های سلامت رودخانه زرد چین با استفاده از

1- River Invertebrate Prediction and Classification Scheme

2- National River Health Program

شاخص‌های سلامت رودخانه، شامل جریان حداقل، ظرفیت دبی جریان حداکثر، شیب عرضی سیلاب‌دشت‌ها، درجه کیفیت آب، مناطق تالاب‌ها، اکوسیستم آب و ظرفیت ذخیره آب با استفاده از داده‌های هیدرولوژیکی و مشاهداتی دوره آماری ۲۰۰۴-۱۹۵۶ توسط ژیانویان و همکاران (۲۰۰۶) ارزیابی شد و به این نتیجه رسیدند با بهبود سلامت رودخانه زرد و بهبود توسعه اجتماعی و اقتصادی، تضاد اساسی رودخانه تغییر خواهد کرد. در بررسی مفهوم و سیستم شاخص‌های ارزیابی سلامت رودخانه گو و همکاران (۲۰۰۸) به این نتیجه دست یافتند که ارزیابی سیستم شاخص‌ها با بسیاری از زمینه‌ها در ارتباط است و رابطه پیچیده‌ای بین حفظ عملکردهای طبیعی و عملکردهای اجتماعی در اکوسیستم رودخانه دارد. تیلور و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی که در رودخانه‌های می‌سی‌سی‌پی و مینوری و اوهایو برای شاخص‌های شرایط هیدرولوژیکی و زیستگاه انجام دادند بیان کردند که الگوی هیدرولوژیکی جریان رودخانه توسط توالی سد و احداث آن‌ها تغییر داده شده است. پینتو و ماهشواری (۲۰۱۴) در تحقیق خود با ارائه‌ی یک چارچوب برای ارزیابی سلامت رودخانه در چشم‌اندازهای حومه شهری به توسعه ابزاری برای ارزیابی خطر در ارتباط با سلامت رودخانه برای فعالیت‌های تفریحی و رشد جلبک با استفاده از سه شاخص کلیدی (جامعه، محیط زیست و اهداف مدیریت) پرداخته‌اند. ورنیکی^۱ و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود با ارائه‌ی انتخاب پارامترهای مدل اکوهیدرولوژیکی برای ارزیابی سلامت رودخانه، شاخص‌های هیدرولوژیکی را به پنج بخش از رژیم جریان رودخانه شامل بزرگی، فراوانی، تداوم، زمان‌بندی و نرخ تغییرات جریان تقسیم‌بندی نمودند. آن‌ها از داده‌های جریان روزانه سال آبی ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۹ استفاده کردند و هر بخش را بر اساس نوع جریان در سه طبقه متوسط، کم و زیاد کلاسه‌بندی نمودند. سانچز^۲ و همکاران (۲۰۱۵) جهت ایجاد ارتباط میان سلامت جریان در مقیاس حوزه و شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی با خوشه‌های فضایی و مدل‌سازی معادله ساختاری بر رودخانه حوزه آبخیز ساقیناو در میشیگان برای توصیف روابط بین شاخص‌های سلامت جریان و اقدامات اجتماعی اقتصادی جوامع از روش دسته‌بندی مکانی در ترکیب با مدل معادلات ساختاری استفاده کردند. ایشان نتیجه گرفتند که ترکیب خوشه‌بندی و معادلات ساختاری، توان پیش‌بینی مدل را بهبود بخشیده است.

1- Wozniki
2- Sanchez

کومار^۱ و همکاران (۲۰۰۹) برای شناسایی روند جریان در ایالت ایندیانا آمریکا، آزمون ناپارامتری من-کندال را با چهار روش مختلف بر روی آمار کمینه، میانگین و بیشینه دبی جریان، در مقیاس زمانی فصلی و سالانه، مربوط به ۳۱ ایستگاه هیدرومتری که دارای آمار ۵۰ سال یا بیش تر به صورت پیوسته بودند انجام دادند. یافته‌های آن‌ها حاکی از وجود روند مثبت و معنی‌داری در کمینه و میانگین جریان است و در نهایت ایشان نشان دادند که حذف اثر خود همبستگی، تعداد ایستگاه‌های دارای روند معنی‌دار را در قیاس با آزمون بدون حذف اثر خود همبستگی کاهش می‌دهد.

۲-۲-۲- ارزیابی خصویات هیدرولوژیک جریان

گنزالس اینکا و همکاران (۲۰۱۶) سری‌های زمانی کیفیت آب و بار رسوبی حوزه‌های آبخیز کشاورزی یانینجوکی^۲ و پیهاجوکی^۳ در جنوب غربی فنلاند را برای تشخیص روند مورد مطالعه قرار دادند که از آزمون‌های روند تک متغیره و چند متغیره من-کندال برای داده‌های کیفیت آب جریان نرمال با یک مدل چند متغیره من-کندال برای دوره‌های نرمال شده استفاده کردند که بیان کردند نتایج همه روش‌ها برای داده‌های غلظت مواد مغذی مشابه بود ولی برای داده‌های بار رسوب متفاوت بود آن‌ها بیان نمودند روند افزایشی در غلظت و بارهای مجموع نیتروژن، نترات-نیتروژن و فسفر محلول و یک روند کاهش‌ی در غلظت مواد معلق وجود دارد. شکری و همکاران (۱۳۹۳) با آشکارسازی روند تغییرات دبی رودخانه گرگر در استان خوزستان با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری طی دوره آماری ۱۳۷۰-۱۳۹۲ مشاهده کردند جریان رودخانه گرگر در مقیاس سالانه در دو ایستگاه شوشتر و بند قیر روند نزولی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد داشته و کمترین شیب خط روند جریان‌های سالانه متعلق به ایستگاه بندقیر است. موسویان و همکاران (۱۳۹۳) عوامل موثر بر تغییرات زمانی مؤلفه‌های کیفی آب رودخانه زرد در استان خوزستان در دوره (۱۳۴۶ تا ۱۳۹۲) با روش‌های من-کندال، لیو و پایپر بررسی کردند و به این نتیجه

1- Kumar

2- Yläneenjoki

3- Pyhäjoki

دست یافتند که متغیرهای پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سولفات در پایه زمانی مورد مطالعه روند افزایشی و متغیرهای سدیم و کلر روند کاهشی دارند. زارع بیدکی و همکاران (۱۳۹۴) به منظور ارزیابی جریان زیست محیطی در رودخانه تیره استان گلستان از روش فیلتر دیجیتال برگشتی و Hysep برای محاسبه شاخص جریان پایه در دوره ۱۳۶۱ تا ۱۳۹۰ استفاده نمودند و به این نتیجه دست یافتند بین ۷۴ تا ۷۸ درصد جریان رودخانه را آب پایه تشکیل می‌دهد و همچنین اشاره کردند که روش‌های محدوده زمانی جابه‌جا شونده و فیلتر دیجیتال برگشتی لین و هولیک روش مناسبی برای جداسازی آب پایه از جریان روزانه رودخانه مذکور است. خورشیددوست و همکاران (۱۳۹۴) روند تغییرات دبی زیرحوزه‌های رودخانه کرخه را با استفاده از روش‌های ناپارامتریک در حوزه آبریز کشکان طی دوره ۱۳۴۸-۱۳۸۹ بررسی نمودند و به این نتیجه دست یافتند که روند دبی در مقیاس سالانه و فصلی کاهشی است و به‌طور کلی دخالت انسانی تغییرات دبی ناشی از بارش را تشدید نموده است. صائب و همکاران (۱۳۹۵) شاخص‌های زیستی آلودگی و کیفیت آب رودخانه هراز را با استفاده از جوامع ماکروبنتوزها بررسی کرده و بیان کردند که میانگین شاخص مذکور دوره تحقیق ۷۲/۵ و کیفیت این رودخانه در کلاسه کیفی متوسط با آلودگی ناشی از مواد آلی قرار دارد. در این راستا همچنین می‌توان به بررسی روند تغییرات دبی کل و دبی پایه ایستگاه هیدرومتری ارازکوسه حوزه آبخیز گرگان‌رود استان گلستان (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۳) و مطالعه تغییرات زمانی و مکانی دبی سیلابی در حوزه آبخیز کرخه (عزیزآبادانی فراهانی و شیرشاهی، ۲۰۱۳) اشاره نمود.

۲-۳- جمع‌بندی

در مجموع بر اساس سوابق تحقیق می‌توان گفت که ارزیابی سلامت رودخانه از مواردی است که می‌تواند در تعیین استراتژی‌های احیا رودخانه‌ها و نیز بهره‌برداری بهینه از منابع آب سطحی مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا شاخص‌های هیدرولوژیک معیار مناسبی برای تعیین وضعیت و میزان

تغییرات جریان متاثر از فعالیت‌های انسانی است. با توجه به افزایش بهره‌برداری از منابع آب سطحی و نیز نگرانی‌های جدی در خصوص آسیب به اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، ارزیابی تغییرات هیدرولوژیک رودخانه از مواردی است که در شرایط کشور ایران حایز اهمیت بسیار است. از آنجا که وضعیت سلامت رودخانه بر اساس شاخص‌های هیدرولوژیک مختلفی ارزیابی می‌شود می‌توان برای مدیریت منابع آب مورد استفاده قرار داد و هم‌چنین وضعیت سلامت رودخانه را می‌توان برای رودخانه‌های دیگر استان‌ها نیز محاسبه کرد بر این اساس هدف تحقیق حاضر بررسی تغییرات شاخص سلامت هیدرولوژیک رودخانه در رودخانه‌های استان اردبیل در دوره‌های آماری موجود می‌باشد. با توجه به اینکه در این فصل به مواردی از مطالعات انجام شده در زمینه سلامت رودخانه اشاره شد در فصل بعدی به مواد روش‌ها پرداخته می‌شود.

فصل سوم:

مواد و روش پژوهش

مواد و روش‌ها

۳-۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

استان اردبیل در شمال غربی فلات ایران بین مختصات $37^{\circ} 45'$ تا $39^{\circ} 42'$ عرض شمالی و $47^{\circ} 3'$ تا $48^{\circ} 55'$ طول شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است که از شمال با جمهوری آذربایجان همسایه بوده از قسمت شرق با استان گیلان از جنوب با استان زنجان و از غرب با استان آذربایجان شرقی هم‌جوار است. استان اردبیل جزء نواحی سردسیر کوهستانی محسوب می‌شود. قسمتی از مسیر عبور رودخانه مرزی ارس و رودخانه قزل‌اوزن از استان اردبیل عبور می‌کند. سایر رودخانه‌های این استان عبارت‌اند از: بالیخوچای، قره‌سو، نمین چای، لای چای، سقز چای، سولا چای، دره رود، خیاوچای. بخش‌هایی از استان تحت تاثیر اقلیم خزری قرار داشته و دریای خزر در شرق استان بر شرایط دمایی و رطوبتی آن اثر می‌کند و موجب تعدیل آب و هوا در آن مناطق می‌شود. با توجه به این‌که استان از دو بخش کوهستانی سرد و جلگه‌ای معتدل تشکیل شده و به تبع عوامل طبیعی و جغرافیایی، دارای تنوعات اقلیمی قابل توجه است. توزیع دمای هوا در سطح استان متناسب با توپوگرافی و سایر ویژگی‌های طبیعی آن است نواحی پست واقع در دره رودخانه ارس و دشت مغان گرم‌ترین و ارتفاعات سبلان سردترین مناطق استان می‌باشند. میانگین سالانه دمای هوا بین $7/9$ تا $15/2$ درجه سلسیوس در نوسان می‌باشد. میزان نزولات جوی در استان اردبیل به طور متوسط بین 250 تا 600 میلی‌متر در سال در بخش‌های مختلف استان نوسان دارد. در شکل ۳-۱ موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در استان اردبیل نشان داده شده است و نیز در جدول ۳-۱ برخی مشخصات ایستگاه‌های استان اردبیل آورده شده است.

Family name: Khorooshi isalou	Name: Saeid
Title of Thesis: Spatio-Temporal Analysis of Rivers Health Using Hydrological Flow Indices in Ardabil Province	
Supervisors: Dr Raof Mostafazadeh & Dr Abazar Esmali Ouri	
Advisor: Dr Majid Raof	
Graduate Degree M.Sc.	
Major: Natural Resources Engineering	Specialty: Watershed Managment
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Agriculture and Natural Resources
Graduation date: 2017.1.29	Number of pages: 71
<p>Abstract: The assessment of river health can be used as a tool for environmental flow estimation and quantifying the amount, timing and required water flow quality to maintain the river ecosystems. The aim of present study was to determine the spatio-temporal analysis of river health using hydrological flow indices in Ardabil Province. For this purpose, the daily discharge data of 24 hydrometric stations during 1988-2011 used for river health analysis. The Flow Health software was used to calculate the hydrologic indices and Flow Health Score in each river at river gauge station. Then, the Mann-Kendall test and Sen`s slope estimator method were used to determining the existence of positive and negative trends at different levels of statistical tests and the correlation analysis was employed to identify the various affecting factors on hydrological river health condition. Also to assess the temporal changes of flow health score, the recorded data sets were divided into four 5-year periods. The results showed that Firoozabad and Gilandeh had the highest and lowest hydrological health score. Also a significant decreasing trend of hydrological river health were detected in studied stations (13 stations out of 24 stations). The Sula and Firuzabad stations had significant increasing trend and the significant trend hadn't identified in other stations. According to the results, the spatial variability of river health the highest changes in hydrological river health indicators in the central parts of the study area, Meanwhile, the Northern and Southern parts of the Ardabil province hadn't experienced a considerable changes. Also, there was not a significant correlation between hydrological health scores and watershed-related. In conclusion, it can be said that the changes of hydrological health status is intensified in recent decades than in the past, which can be related to increasing exploitation intensity from surface water resources and reducing the water yield.</p>	
Keywords: Discharge variations, Mann-Kendall test, Health score, Hydrologic indices, River flow	



University of Mohagheh Ardabili

Faculty of Agriculture and Natural Resources

Department of Range and Watershed Management

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Natural Resources Engineering, Watershed Management Specialty**

Title:

**Spatio-Temporal Analysis of Rivers Health Using Hydrological Flow Indices in
Ardabil Province**

Supervisors:

Raof Mostafazadeh & Abazar Esmali Ouri (Ph.D)

Advisor:

Majid Raof (Ph.D)

By:

Saeid Khorooshi Isalou

January – 2017