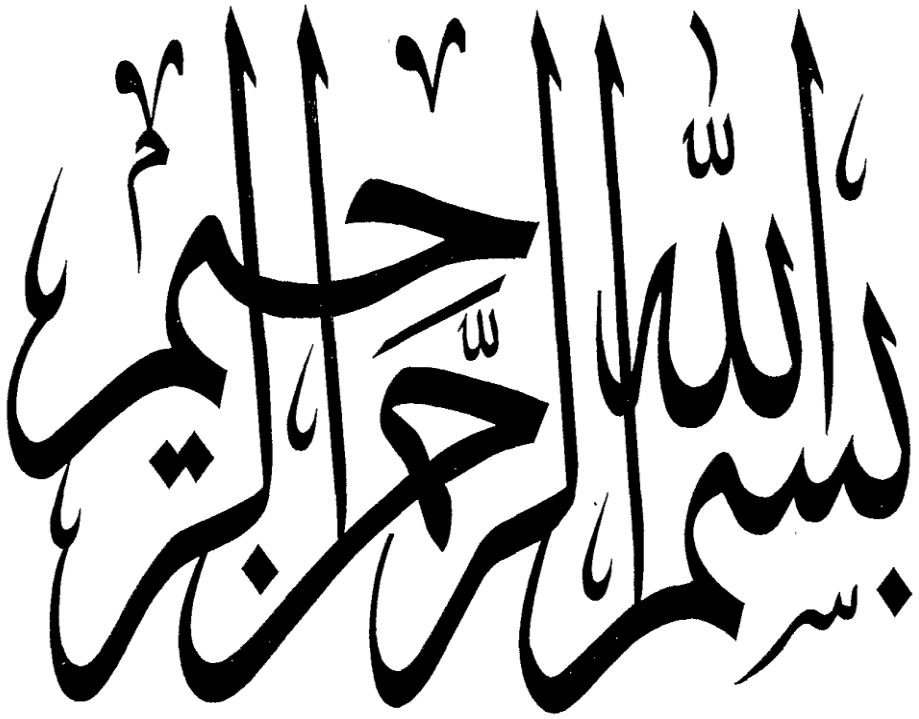
بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشگاه یزد**

**دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی**

**گروه محیط‌زیست**

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی منابع طبیعی- محیط‌زیست

# بررسی اثر سناریوهای گوناگون کاربری اراضی حوضه بر میزان گل‌آلودگی (رسوب معلق) آب و هدررفت ماده آلی خاک

(مطالعه موردی: حوزه آبخیز منشاد استان یزد)

استاد راهنما: دکتر علی‌اکبر کریمیان

استاد مشاور: دکتر علی طالبی

پژوهش و نگارش: سهیلا کوچه‌بیوکی

مهرماه ۱۳۹۱

تقدیم می کنم به

خدایی که آفرید

جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را، عشق را

و به کسانی که عشقشان را در وجودم دمید

گاهی بیایم و احوالشان را بپرسم

تقدیم به

ختم ائمه امام امم

غیاث همه حجت مقتنم

مبید الاعادی مزیل الظلام

به مهدی قائم علیه السلام

مازنده به آنیم که آرام نگیریم  موجیم که آسودگی ماعدم ماست

# تقدیر و تشکر

**پروردگارا**، سپاس فراوان تو را، که کمترین بنده خود را در ادامه راه یاری فرمودی؛ اکنون که در سایه عنایات و الطاف خداوندی توفیقی حاصل شد وظیفه حتمی خود می دانم که:

صمیمانه ترین مراتب سپاس، محبت و قدردانی خود را تقدیم محضر استاد فرزانه و بزرگوارم، جناب آقای **دکتر علی اکبر کریمیان** بنمایم. استاد ارجمندی که در تمامی مراحل این پایان نامه از هیچ کوششی دریغ نورزیدند و همواره اینجانب را از رهنمودهای علمی و نیز از حسن اخلاق بی نظیرشان بهره مند ساختند.

مراتب احترام قلبی و تشکر خود را به محضر جناب آقای **دکتر علی طالبی** تقدیم می دارم که زحمت مشاورت این رساله را با رویی گشاده تقبل فرمودند و در حل مشکلات موجود یاریگرمان بودند.

همچنین از آقایان **دکتر احد ستوده** و **دکتر حسین ملکی نژاد** که با وجود مشغله فراوان، با دقت نظر خاص خویش، تذکرات علمی مناسب و بجای خود را هنگام مطالعه این متن ابراز و زحمت داوری این پروژه را بر عهده داشتند کمال امتنان را دارم.

و از زحمات و دلسوزی های **پدر بزرگوار**، **مادر مهربان و خواهر و برادر عزیزم** بسیار متشکرم. لحظه های ناب همراهی دوست عزیزم، **محبوبه سلطانی**، هرگز فراموش نخواهد شد. سپاس از همه آنان که آموختن را به گونه ای مدیون فضل و کرم آنانم.

سهیلا کوچه بیوکی - پاییز ۱۳۹۱

## چکیده

یکی از عوامل اصلی در کاهش کیفیت آب رودخانه‌ها، تغییر کاربری اراضی در سطح حوضه است. هدف پژوهش حاضر این بود که با انتخاب بهترین شیوه مدیریت کاربری اراضی، کیفیت آب را از نظر کم‌ترین گل‌آلودگی به منظور بهبود کیفیت مناظر طبیعی و تفرجگاهی افزایش دهد. در این پژوهش که در حوزه آبخیز منشاد استان یزد به مساحت تقریبی ۶۰۰۰ هکتار اجرا شده است، تأثیر کاربری اراضی فعلی و بهینه حوضه بر گل‌آلودگی آب و ماده آلی حمل شده با رسوب برای دوره‌های بازگشت ۲ تا ۲۵ سال با بسته نرم‌افزاری HEC-HMS (نسخه ۳,۳) و منحنی سنجه‌رسوب پیش‌بینی شد. آمایش سرزمین منطبق با مدل مخدوم (۱۳۷۸) و روش تجزیه و تحلیل سیستمی داده‌ها و پارامتر متغیر در هر سناریو مقدار شماره منحنی (CN) بود. اندازه‌گیری ماده آلی نیز با روش والکلی- بلاک و تقاضای اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD) آب انجام شد. بر اساس نتایج بدست‌آمده در حالی‌که درصد انطباق کاربری فعلی با مدل آمایش خیلی زیاد بود و این تفاوت ناچیز مربوط به سکوبندی باغات در شیب‌های غیرمجاز در مراتع است؛ با حذف این سکوها برای مدل آمایش سرزمین به طور متوسط ۷/۰۷ درصد حجم سیل، ۳/۵۵ درصد دبی اوج جریان، ۶/۹۴ درصد گل‌آلودگی آب و ۷/۶۷ درصد مقدار ماده آلی هدررفته در دبی اوج جریان افزایش یافت. سکوبندی باغات در شیب‌های مجاز به مدیریت آب و خاک منشاد کمک زیادی کرده است به طوریکه اختلاف زیادی در گل‌آلودگی خروجی حوضه بین دو سناریو دیده نشد.



**واژه‌های کلیدی:** تغییر کاربری اراضی- حوزه آبخیز منشاد- گل‌آلودگی آب- ماده آلی- مدل HEC-HMS

**فهرست مطالب**

**عنوان** **صفحه**


**فصل اول: مقدمه و کلیات**

۱-۱- مقدمه..... ۳

۱-۱-۱-تعریف مسأله..... ۶

۱-۱-۲-فرضیه تحقیق..... ۷

۱-۱-۳-هدف تحقیق ..... ۷

۱-۲- کلیات..... ۷

۱-۲-۱- آمایش سرزمین ..... ۷

۱-۲-۲- منحنی سنجه رسوب ..... ۸

**فصل دوم: پیشینه تحقیق**

۲-۱- بررسی منابع در زمینه فرآیند آمایش سرزمین..... □□□□□□□□□□□□□□..... ۱۵

۲-۱-۱-پیشینه پژوهش داخل کشور..... ۱۵

۲-۱-۲- بررسی پژوهش‌های انجام شده در خارج کشور..... ۱۹

۲-۲- بررسی منابع در زمینه کارایی مدل HEC-HMS..... ۲۱

۲-۲-۱- پیشینه پژوهش داخل کشور..... ۲۱

۲-۲-۲- بررسی پژوهش‌های انجام شده در خارج کشور ..... ۲۳

۲-۳-بررسی منابع در زمینه نوع کاربری و تغییر رواناب و بار رسوب معلق (گل‌آلودگی) ..... ۲۴

۲-۳-۱- پیشینه پژوهش داخل کشور..... ۲۵

۲-۳-۲- بررسی پژوهش‌های انجام شده در خارج کشور..... ۲۹

۲-۴- بررسی منابع در زمینه روش‌های متداول برآورد بار معلق ..... ۳۲
۲-۴-۱- پیشینه پژوهش داخل کشور..... ۳۲
۲-۴-۲- بررسی پژوهش‌های انجام شده در خارج کشور..... ۳۶
۲-۵- بررسی منابع در زمینه هدررفت ماده آلی خاک همراه با رواناب و رسوب..... ۳۷
۲-۵-۱- پیشینه پژوهش داخل کشور..... ۳۸
۲-۵-۲- بررسی پژوهش‌های انجام شده در خارج کشور..... ۳۹

**فصل سوم: مواد و روش‌ها**

۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه..... ۴۳
۳-۱-۱- موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های آبخیز مورد مطالعه ..... ۴۳
۳-۱-۲- توپوگرافی و فیزیوگرافی حوزه آبخیز ..... ۴۴
۳-۲- روش تحقیق ..... ۴۶
۳-۲-۱-سناریوسازی ..... ۴۷
۳-۲-۲- مدل بهینه کاربری اراضی (آمایش سرزمین) ..... ۴۷
۳-۲-۳-شبیه‌سازی دبی اوج با مدل هیدرولوژیک HEC- HMS ..... ۶۲
۳-۲-۴-برازش سنجه‌رسوب ..... ۶۶
۳-۲-۵- بررسی ارتباط دبی رسوب معلق و دبی جریان با ماده آلی ..... ۷۰

**فصل چهارم: نتایج و بحث**

۴-۱- مدل آمایش سرزمین ..... ۷۷
۴-۲-نتایج مربوط به پارامتر متغیر (شماره منحنی) در شبیه‌سازی رواناب..... ۹۴
۴-۳-مدل هیدرولوژیک HEC-HMS ..... ۹۶
۴-۳-۱- نتایج مدل پس از بهینه‌سازی ..... ۹۷

۴-۳-۲-نتایج مربوط به اعتباریابی مدل ..... ۹۹
۴-۴-برازش سنجه‌رسوب ..... ۱۰۳
۴-۵-نتایج بررسی میزان ماده آلی حمل شده با رسوب و سیلاب ..... ۱۰۶
۴-۶- برآیند نتایج شبیه‌سازی نوع کاربری بر آب‌نگار، رسوب نگار و ماده آلی..... ۱۱۱
**فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات**
۵-۱-مدل آمایش سرزمین ..... ۱۲۳
۵-۲- مدل هیدرولوژیک HEC-HMS ..... ۱۲۳
۵-۳- ارتباط بین گل‌آلودگی و ماده آلی خارج شده از حوضه ..... ۱۲۳
۵-۴- اثر نوع کاربری بر گل‌آلودگی و ماده آلی خارج شده از حوضه ..... ۱۲۳
۵-۵-پیشنهاد نهایی..... ۱۲۴
منابع ..... ۱۲۷

## فهرست اشکال

**عنوان** **صفحه**


شکل ۳-۱- تصویر گوگل ارث، موقعیت حوزه آبخیز منشاد و زیرحوضه‌های اصلی آن ..... ۴۳

شکل ۳-۲- نقشه توپوگرافی حوضه منشاد ..... ۴۵

شکل۳-۳- نمودار جریانی مراحل انجام تحقیق ..... ۴۶

شکل ۳-۴- نقشه سازندهای زمین‌شناسی و حساسیت به فرسایش حوزه آبخیز منشاد ..... ۴۸

شکل۳-۵- نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک حوضه ..... ۵۰

شکل۳-۶- نقشه تیپ خاک حوضه منشاد ..... ۵۲

شکل۳-۷- وضعیت تیپ خاک و پوشش گیاهی حوزه آبخیز منشاد .....۵۳

شکل۳-۸- نقشه طبقات تیپ و درصد تراکم پوشش گیاهی حوزه آبخیز منشاد ..... ۵۴

شکل ۳-۹- نقشه شبکه آبراهه‌های اصلی، سدها و ایستگاه هیدرومتری حوضه منشاد ..... ۵۳

شکل۳-۱۰- شماتیک زیرحوضه‌ها و نحوه ارتباط آن‌ها در مدل HEC– HMS..... ۶۳

شکل۳-۱۱- نمایی از وضعیت بستر و رودخانه حوزه آبخیز منشاد ..... ۶۷

شکل۳-۱۲- نمایی از سدهای خشکه‌چین و بندهای سنگ و ملاتی احداث شده ..... ۶۷

شکل۳-۱۳-نقاط نمونه‌برداری در طول رودخانه منشاد در دو مقطع زمانی ..... ۷۳

شکل ۴-۱- نقشه مدل رقومی ارتفاع حوضه منشاد ..... ۷۷

شکل ۴-۲- نقشه طبقات شیب حوضه منشاد ..... ۷۸

شکل ۴-۳- نقشه طبقات جهت شیب حوضه منشاد ..... ۷۹

شکل ۴-۴- نقشه اکوسیستم‌های خرد حوزه آبخیز منشاد ..... ۸۰

شکل ۴-۵- نقشه واحدهای اکوسیستم‌های خرد حوضه منشاد ..... ۸۱

شکل۴-۶- توان اکولوژیکی کاربری‌کشاورزی ..... ۸۳
شکل۴-۷-توان اکولوژیکی کاربری تفرج گسترده و تفرج متمرکز ..... ۸۵
شکل۴-۸- توان اکولوژیکی کاربری حفاظت ..... ۸۶
شکل۳-۹- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز منشاد ..... ۸۷
شکل۴-۱۰- نقشه کاربری بهینه (آمایش سرزمین) حوزه آبخیز منشاد ..... ۹۰
شکل۴-۱۱-سکوبندی زمین‌های زراعی اطراف جاده و رودخانه اصلی حوزه آبخیز منشاد .....۹۱
شکل۴-۱۲- سکوبندی باغات اطراف جاده و رودخانه اصلی حوزه آبخیز منشاد ..... ۹۲
شکل۴-۱۳- شماره منحنی کاربری آمایش سرزمین منشاد ..... ۹۴
شکل۴-۱۴- شماره منحنی کاربری فعلی منشاد ..... ۹۷
شکل۴-۱۵-هیدروگراف مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون برای رویداد ۱۶-۱۳۷۶/۱۰/۱۵ ..... ۹۷
شکل۴-۱۶- هیدروگراف مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون برای رویداد۲۳-۱۳۸۱/۱/۲۲.....۹۸
شکل۴-۱۷- هیدروگراف مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون برای رویداد۱۴-۱۳۸۶/۱/۱۳.....۹۹
شکل۴-۱۸- اعتباریابی مدل با رویداد ۲۸-۱۲/۲۷/ ۱۳۷۶.....۱۰۰
شکل ۴-۱۹- اعتباریابی مدل با رویداد ۷-۱۳۸۲/۱/۶.....۱۰۱
شکل۴-۲۰- اعتباریابی مدل با رویداد ۲۱-۱۱/۲۰/ ۱۳۸۴.....۱۰۲
شکل۴-۲۱-مقادیر دبی مشاهداتی در مقابل دبی شبیه‌سازی در مرحله اعتبارسنجی ..... ۱۰۲
شکل۴-۲۲- سنجه‌رسوب با برازش مدل‌های مختلف در حوزه آبخیز منشاد ..... ۱۰۴

شکل۴-۲۳- سنجه‌رسوب شاخه بالارونده و پایین‌رونده با برازش مدل حدوسط داده‌ها در حوزه آبخیز منشاد (۱۳۹۱-۱۳۷۶) .....۱۰۵
شکل۴-۲۴- سری زمانی مشاهداتی تغییرات رسوب معلق همراه با سیلاب و مقدار ماده آلی همراه با سیلاب طی رخداد مورد مطالعه (۱۳۹۱/۲/۹) در کاربری فعلی حوضه منشاد ..... ۱۰۶
شکل۴-۲۵- حلقه سنجه دبی و رسوب معلق، حلقه سنجه رسوب معلق و ماده آلی حلقه سنجه دبی و ماده آلی طی رخداد مورد مطالعه (۱۳۹۱/۲/۹) در کاربری فعلی حوضه منشاد ..... ۱۰۸
شکل۴-۲۶- تغییرات غلظت گل‌آلودگی و دبی جریان در دو مقطع زمانی در طول رودخانه منشاد از پایین‌دست به سمت بالادست..... ۱۱۱
شکل ۴-۲۷- نمایش تأثیر اجرای مدل بهینه کاربری اراضی در برابر کاربری فعلی بر دبی اوج جریان، گل‌آلودگی آب و ماده آلی هدررفته از خاک در دبی اوج جریان..... ۱۱۲
شکل۴-۲۸-مقایسه آب‌نگار و رسوب‌نگار حدسی دوره بازگشت ۲ سال در خروجی حوضه برای سناریوهای کاربری اراضی ..... ۱۱۳
شکل۴-۲۹-مقایسه آب‌نگار و رسوب‌نگار حدسی دوره بازگشت ۵ سال در خروجی حوضه برای سناریوهای کاربری اراضی ..... ۱۱۴
شکل۴-۳۰-مقایسه آب‌نگار و رسوب‌نگار حدسی دوره بازگشت ۱۰ سال در خروجی حوضه برای سناریوهای کاربری اراضی ..... ۱۱۵
شکل۴-۳۱-مقایسه آب‌نگار و رسوب‌نگار حدسی دوره بازگشت ۲۵ سال در خروجی حوضه برای سناریوهای کاربری اراضی ..... ۱۱۶

## فهرست جداول

**عنوان** **صفحه**


جدول۳-۱- مختصات جغرافیایی حوضه مورد مطالعه ..... ۴۴

جدول ۳-۲- برخی ویژگی‌های فیزیوگرافیک حوضه منشاد .....۴۴

جدول۳-۳- سازندهای زمین‌شناسی حوزه آبخیز منشاد و مساحت مربوط به هر سازند .....۴۸

جدول۳-۴- مساحت مربوط به هر سازند در هر زیرحوضه برحسب کیلومترمربع .....۴۹

جدول ۳-۵- مساحت هر یک از گروه‌های هیدرولوژیک خاک در حوضه.....۴۹

جدول ۳-۶- درصد مساحت هر یک از گروه‌های هیدرولوژیک خاک در زیرحوضه‌ها .....۴۹

جدول۳-۷- مشخصات ایستگاه هیدرومتری .....۵۶

جدول ۳-۸- طبقه‌بندی اقلیم با روش‌های مختلف .....۵۷

جدول۳-۹- مدل‌های اکولوژیکی کاربری تفرج ..... ۶۰

جدول۳-۱۰- مدل اکولوژیکی کاربری کشاورزی ..... ۶۲

جدول۳-۱۱- مقدار متوسط بارش مولد سیل در زیرحوضه‌ها (میلی‌متر) ..... ۶۴

جدول۴-۱-توان اکولوژیکی حوزه آبخیز منشاد از نظر کاربری کشاورزی ..... ۸۰

جدول۴-۲- توان اکولوژیکی حوزه آبخیز منشاد از نظر کاربری تفرج گسترده و متمرکز ..... ۸۴

جدول۴-۳-توان اکولوژیکی حوزه آبخیز منشاد از نظر کاربری حفاظت ..... ۸۶

جدول۴-۴-مجموع ارزشگذاری معیارهای اقتصادی- اجتماعی ..... ۸۷

جدول ۴-۵- مساحت کاربری اراضی درحوزه آبخیز منشاد برحسب کیلومتر مربع..... ۸۸

جدول۴-۶- مساحت کاربری‌های مدل آمایش سرزمین حوزه آبخیز منشاد ..... ۹۰

جدول۴-۷-درصد انطباق کاربری آمایش با کاربری فعلی در حوزه آبخیز منشاد ..... ۹۳

جدول۴-۸- میانگین وزنی شماره منحنی مربوط به هر یک از زیرحوضه‌ها در سناریوهای کاربری اراضی ..... ۹۶
جدول ۴-۹- مقادیر شاخص‌های کارایی مدل در مرحله اعتبارسنجی ..... ۹۶
جدول ۴-۱۰- مقایسه هیدروگراف مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون برای رویداد ۱۶-۱۳۷۶/۱۰/۱۵..... ۹۷
جدول ۴-۱۱- مقایسه هیدروگراف مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون برای رویداد ۲۳ -۱۳۸۱/۱/۲۲ ..... ۹۸
جدول۴-۱۲- مقایسه هیدروگراف مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پس از کالیبراسیون برای رویداد ۱۴-۱۳۸۶/۱/۱۳..... ۹۸
جدول۴-۱۳- نتایج اعتباریابی مدل با رویداد ۲۸-۱۳۷۶/۱۲/۲۷..... ۹۹
جدول۴-۱۴- نتایج اعتباریابی مدل با رویداد ۷-۱۳۸۲/۱/۶..... ۱۰۰
جدول۴-۱۵- نتایج اعتباریابی مدل با رویداد ۲۱-۱۱/۲۰/ ۱۳۸۴ ..... ۱۰۱
جدول ۴-۱۶- مقادیر میانگین مربعات خطا در مدل‌های سنجه‌رسوب ..... ۱۰۳
جدول ۴-۱۷- مقادیر درصد خطای نسبی در مدل‌های سنجه‌رسوب ..... ۱۰۳
جدول۴-۱۸-بهترین رابطه رگرسیونی بین غلظت رسوب معلق ($X_1$)، میزان دبی ($X_2$) و ماده آلی (Y) در شرایط هیدرولوژیکی سیلاب در حوزه آبخیز منشاد ..... ۱۰۹
جدول۴-۱۹- اثر نوع کاربری بر دبی اوج جریان، حجم سیل، گل‌آلودگی و مقدار ماده آلی در دبی اوج جریان در هر دوره بازگشت .....۱۱۸
جدول ۴-۲۰- تأثیر نوع کاربری اراضی بر پارامترهای خروجی در شبیه‌سازی ..... ۱۱۹

فصل اول

# مقدمه و کلیات

## ۱-۱- مقدمه

نقش منابع آب و سیستم‌های رودخانه‌ای یکی از مهم‌ترین پایه‌های توسعه‌ی پایدار می‌باشد و علاوه بر مسئله کمیت و آورد، کیفیت آب رودخانه‌ها نیز حائز اهمیت است. اما امروزه تبدیل اراضی طبیعی مرتع و جنگل به اراضی زراعی، باغ، توسعه شهری و صنعتی به طور گسترده در بسیاری از نقاط دنیا صورت گرفته و منجر به تغییر رژیم آبدهی رودخانه و در نهایت افزایش میزان رسوب معلق[۱] و گل-آلودگی[۲] آب در این مناطق گردیده است (بینی[۳] و همکاران، ۲۰۰۶). در این راستا به نظر برخی از صاحب‌نظران آمایش سرزمین[۴] بهترین، ارزان‌ترین و موثرترین راه‌حل مدیریت و برنامه‌ریزی محیط-زیست[۵]، مؤلفه‌های اقتصادی و رفاه اجتماعی است (مایرز[۶]، ۱۹۹۴؛ مخدوم، ۱۳۷۶). زیرا نخستین عامل در روند مطالعات برای برنامه‌ریزی، بویژه در سطح منطقه، عامل زمین می‌باشد، سرزمین مهد کلیه فعالیت‌های تولیدی و اجتماعی بشری است (ناوه[۷] و لیبرمان[۸]، ۲۰۰۲)، بنابراین ایجاد یک تعادل منطقی[۹] و نسبی بین زمین و نحوه استفاده از آن با عملکردهای انسان بر روی آن ضروری است. به دنبال این عقیده مدیریت و سیستم آمایش سرزمین به وجود می‌آید. انسان ساکن در هر سرزمین در طول زمان گذشته اثراتی را بر سرزمین به خاطر اعمال مدیریت‌های درست و یا نادرست وارد آورده است. به همین خاطر و به واسطه توان‌های بالفعل انسان، که برآیند آن در نیروی انسانی، فناوری ساختارهای زیربنایی و منابع مالی نهفته‌اند، توان اکولوژیکی برای توسعه آینده سرزمین تحت‌شعاع قرار می‌گیرد (وان‌درزی[۱۰]، ۱۹۹۹). از این رو شایسته است که بین توان‌های اکولوژیکی (بالقوه)، بسته به

[1] Suspended sediments
[2] Turbidity
[3] Bini
[4] Space planning- Spatial planning- Land use planning
[5] Environment
[6] Mayers
[7] Navah
[8] Lieberman
[9] Logical equilibrium
[10] Van derzee

نیازها و توان‌های اقتصادی- اجتماعی انسان زیستمند، بهینه‌گزینی[11] برای تعریف انواع توسعه آتی انجام پذیرد (مخدوم، ۱۳۷۸).

بررسی منابع نشان می‌دهد که دخالت انسان در چرخه طبیعی آب از طریق تخریب پوشش گیاهی در عرصه‌های آبخیز (لوکاس[12] و همکاران، ۲۰۰۰)، کاربری غیراصولی اراضی (لوروپ[13] و همکاران، ۱۹۹۸)، توسعه سطوح غیر قابل نفوذ (ینجی و تامی[14]، ۱۹۹۸) و امثال آن کاهش کیفیت آب را در مناطق گوناگون افزایش داده است. به طور مثال میزان رسوبات ورودی به سه سد مهم کشور (کارون، دز و سفیدرود) بیش از ۵۰ میلیون متر مکعب در سال است. تازه این رخداد در کشوری اتفاق می‌افتد که ۵۲٪ آن کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر در سال بارندگی دارد و ۷۰٪ از وسعت آن فاقد رودخانه دائمی است (وزارت نیرو، ۱۳۷۴).

با توجه به نقش و اهمیت نوع استفاده از اراضی در تولید گل‌آلودگی آب، محققین تحقیقات گسترده‌ای را برای دستیابی به رابطه بین میزان تغییرات مقدار تولید رسوب معلق با میزان تغییر در نوع استفاده از اراضی در سراسر دنیا انجام داده‌اند (قدوسی، ۱۳۸۴)؛ به طور مثال سلبی[15] (1994) با بررسی میزان تولید رسوب در رابطه با استفاده‌های مختلف از اراضی در ایالات متحده امریکا به این نتیجه دست یافته است که به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار رسوب معلق تولید شده مربوط به اراضی جنگلی و مناطق شهری تحت عملیات ساختمانی بوده است. نتیجه حاصل از بررسی تأثیر تغییر در استفاده از اراضی بر روی انتقال رسوبات معلق در منطقه گودوین کریک[16] آمریکا توسط کوهنل[17] و همکاران (1996) نشان‌گر این است که در اثر کاهش وسعت اراضی شخم‌خورده از ۲۶ درصد (در سال ۱۹۸۲) به ۱۲ درصد (در سال ۱۹۹۰)، غلظت رسوبات دانه‌ریز (با قطر کم‌تر از ۰/۰۶۲میلی‌متر)

[11] Optimization
[12] Loukas
[13] Lorup
[14] Yunjie and Tommy
[15] Selby
[16] Goodwin creek
[17] Kuhnle

تا ۶۳ درصد و غلظت رسوبات ماسه‌ای (با قطر ۲ -۰/۰۶۲ میلی‌متر) تا ۶۶ درصد و غلظت رسوبات گراولی (قطر بیش‌تراز ۲ میلی‌متر) تا ۳۹ درصد در طول یک دوره ۹ ساله کاهش داشته است.

بخشی از مواد آلی برداشت شده توسط فرآیند فرسایش به همراه رسوبات معلق حمل می‌شود (مادج[۱۸]، ۲۰۰۲؛ مینشال[۱۹] و همکاران، ۱۹۸۳؛ مینشال و همکاران، ۱۹۸۵؛ والاس[۲۰] و گروباق[۲۱]، ۱۹۹۶). برخی از مطالعات میزان عناصر غذایی محلول یا همراه با رسوب را در پلات‌های کوچک با کاربری متفاوت کشاورزی، مرتع، بوته‌زار و جنگل (کورل[۲۲] و همکاران، ۱۹۹۹) و یا این‌که با آزمایش-های شبیه‌سازی باران (اقبال[۲۳] و گیلی[۲۴]، ۱۹۹۹) اندازه‌گیری کرده‌اند. این مطالعات نشان داده است که تغییرات زیاد در هدرروی عناصر غذایی مربوط به اختلاف در کاربری و اعمال مدیریت است. البته میزان ماده آلی در ابتدای تشکیل خاک زیادتر بوده و در مرحله پیری به علت شست‌وشوی شدید عناصر غذایی از خاک و کاهش پوشش گیاهی میزان آن کاهش می‌یابد (دول و هدگس[۲۵]، ۲۰۰۱؛ ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۱). از طرفی عدم موفقیت در تفکیک بین اجزای آلی و غیرآلی بار معلق مانع از درک کامل دینامیک رسوبات شده است ولی مشارکت رسوبات آلی نسبت به اجزای غیرآلی هم‌اندازه خود به واسطه تعلیق طولانی مدت آن‌ها در آب گل‌آلوده بیش‌تر است (مادج، ۲۰۰۲؛ اوف دنکمپ[۲۶] و همکاران، ۲۰۰۷).

اما مدیریت تفرجی در اکوسیستم‌ها وابسته به درک مردم از این مناطق است (پتروسیلو[۲۷] و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین در این پژوهش سعی بر ارائه بهترین شیوه مدیریت کاربری اراضی به منظور

---

[18] Madej
[19] Minshall
[20] Wallace
[21] Grubaugh
[22] Correll
[23] Eghbal
[24] Gili
[25] Devel and Hedgs
[26] Aufdenkampe
[27] Petrosillo

کاهش گل‌آلودگی آب نموده تا با برنامه‌ریزی توسعه پایدار گردشگر طبیعت در راستای توسعه پایدار گام برداشته شود.

### ۱-۱-۱- تعریف مسأله

یکی از مهم‌ترین متغیرهای کیفی آب، رسوبات معلق و کدورت آب است که آگاهی از مقدار و تغییرات آن در تعیین کیفیت مناظر طبیعی و اکوسیستم‌های آبی ضروری است. علاوه بر آن کیفیت آب نشان‌دهنده شیوه مدیریت محیط‌زیست و جنبه‌های مختلف محیطی در انتقال رسوب و آلودگی به رودخانه و دریاچه است (ملس و شی[۲۸]، ۲۰۰۲). در اکثر حوزه‌های آبخیز نوع استفاده از اراضی در مقایسه با سایر عوامل نقش بیش‌تری را در رخداد و تشدید فرسایش و تولید رسوب دارد (نیهف[۲۹] و همکاران، ۲۰۰۲). ضمن آن که تغییر در انتقال مقادیر رسوب منجر به تغییر در غلظت دیگر متغیرهای کیفی آب نیز می‌گردد؛ برای مثال رسوبات معلق زمینه‌ساز انتقال مواد غذایی موجود در خاک است که خود به افزایش کدورت آب می‌افزاید. این افزایش گل‌آلودگی و کدورت آب زیبایی اکوسیستم‌های آبی و طبیعی و جنبه تفرجگاهی منطقه را کاهش می‌دهد. بنابراین بایستی اقدام به بهینه‌سازی کاربری اراضی از طریق ارزیابی و آمایش سرزمین کرد. تا با گزینش مطلوب‌ترین شیوه مدیریت اراضی کم‌ترین رسوب معلق و کم‌ترین ماده آلی همراه با آن از خاک کنده شده و متعاقباً وارد آب می‌شود.

### ۱-۱-۲- فرضیه تحقیق

#### ۱-۱-۲-۱- فرض اصلی

۱) کاربری فعلی اراضی حوضه بر مدل بهینه (آمایش سرزمین) انطباق کامل دارد.

---

[28] Melesse and Shih
[29] Niehoff

### ۱-۱-۲-۲- دیگر فرضیات

۱) کاربری کشاورزی در شرایط فعلی حوضه با مدل بهینه (آمایش سرزمین) انطباق کامل دارد.

۲) میانگین وزنی شماره منحنی برای سناریوهای آمایش سرزمین و کاربری فعلی یکسان است.

۳) میزان گل‌آلودگی آب خروجی حوضه تحت سناریوهای فعلی و مدل بهینه کاربری اراضی یکسان است.

۴) میزان هدررفت ماده آلی خاک تحت سناریوهای ارائه شده کاربری از طریق رواناب یکسان است.

### ۱-۱-۳- هدف تحقیق

مقایسه تغییرات دبی و گل‌آلودگی آب و ماده آلی همراه با رسوب معلق و رواناب در سناریوی کاربری فعلی و آمایش سرزمین با بکارگیری مدل کامپیوتری قابل پیش‌گویی HEC-HMS[۳۰] به منظور انتخاب بهترین شیوه مدیریت کاربری اراضی بر اثر دخالت‌های انسانی، در راستای کاهش میزان گل-آلودگی و بهبود کیفیت مناظر طبیعی و تفرجگاهی هدف تحقیق حاضر را تشکیل می‌دهد.

## ۱-۲- کلیات

### ۱-۲-۱- آمایش سرزمین

ارزیابی توان محیط، عبارت است از برآورد استفادهٔ ممکن انسان از سرزمین برای کاربری‌های مختلف (مخدوم، ۱۳۸۱).

[30] Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System

برنامه‌ریزی کاربری اراضی (آمایش سرزمین) یک ارزیابی سیستماتیک از پتانسیل‌های آب و زمین در جهت استفاده‌های مختلف از اراضی با در نظرگرفتن شرایط اقتصادی-اجتماعی به منظور انتخاب و اتخاذ بهترین گزینه‌ها جهت کاربری اراضی می‌باشد (فائو[۳۱]، ۱۹۹۳).

آمایش سرزمین شامل فعالیت‌هایی است که کاربری اراضی را در آینده تعیین می‌کند، موجب بهبود ویژگی‌های منطقه شده و موجب سازماندهی و مدیریت وضعیت جدید می‌شود (وانلیر[۳۲]، ۱۹۹۸).

برنامه‌ریزی کاربری اراضی (آمایش سرزمین) در یک مفهوم گسترده، زمینه را برای کاربری اراضی و توسعه در خلال مجموعه‌ای از کنترل‌های قانونی مهیا می‌کند که حقوق توسعه‌ای مجاز و کنترل‌های کامل در برنامه‌ریزی را در برمی‌گیرد (رایدین[۳۳]، ۲۰۰۳).

افزایش نابودی اراضی مناسب جهت تولید غذا، توسعه شهری و صنعتی و کاهش در حاصلخیزی خاک به واسطه فرسایش و آلودگی، موجب شده که نیاز به اجرای آمایش سرزمین به صورت عملی و قابل پذیرش توسط اجتماع، بیش از پیش آشکار گردد تا به ایجاد بیش‌ترین فواید اقتصادی- اجتماعی و حفاظت زیست‌محیطی در یک منطقه کمک نماید (هسل[۳۴] و همکاران، ۲۰۰۹).

### ۱-۲-۲-منحنی سنجه‌رسوب[۳۵]

بار معلق به رسوباتی اطلاق می‌شود که درون آب و بالاتر از لایه بستر در حرکت هستند و بدلیل وزن کم‌شان، توسط جریان آب به راحتی حمل شده و به خاطر مؤلفه‌های روبه بالای جریان‌های متلاطم برای مدت زمان قابل ملاحظه‌ای به حالت معلق باقی می‌مانند (کرم[۳۶]، ۲۰۰۶؛ میرزائی و همکاران، ۱۳۸۴). با توجه به آن‌که مواد معلق رنگ آب را تغییر می‌دهد و آن را گل‌آلود می‌کند، مواد

[31] Food and Agricultural Organization (FAO)
[32] Vanlier
[33] Rydin
[34] Hessel
[35] Sediment rating curve
[36] Kerem