

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

دانشکده مرتع و آبخیزداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته  
آبخیزداری

**شبیه‌سازی اثر سناریوهای تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف جریان حوزه آبخیز  
دینور با استفاده از مدل هیدرولوژیکی توزیعی - مکانی WetSpa**

پژوهش و نگارش:

مریم آذین مهر

استاد راهنما:

دکتر عبدالرضا بهره مند

مشاور:

دکتر آتنا کبیر

آذر ۱۳۹۱



## تعهدنامه پژوهشی

نظر به این که چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه خود مراتب را قبلاً به‌طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع و کسب اجازه نمایید.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.  
اینجانب **مریم آذین مهر** دانشجوی رشته **آبخیزداری مقطع کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضا



این بضاعت را هر چند اندک اما خالصانه تقدیم می‌کنم به گل سرسبد عالم

«امام زمان (عج)»

او که با آمدنش عالم را پر از عدل و علم خواهد کرد.





«منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش فرید نعمت»

گذراندن مراحل اجرایی و تدوین این پایان نامه پس از الطاف الهی مدیون راهبانی و بهنگری بزرگوارانی است که بی تردید بدون بهرامی آنان طی این طریق با مشکلات فراوان همراه بود، لذا بر خود لازم می دانم مراتب سپاس خود را به کلیه کسانی که در مراحل مختلف این پژوهش مرا یاری نمودند، اعلام دارم.

در ابتدا از خانواده عزیزم که در تمام دوران زندگیم یار و همراه من بودند، بی نهایت سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر عبدالرضا بهره مند که مسئولیت راهبانی این پایان نامه بر عهده داشتند و به من آموخت «شان و عظمت آدمی در فکر اوست» پس بیاندیش و برترین تلاش و نیکوترین روش را ارائه کن، بسیار سپاسگزارم.

از سرکار خانم دکتر آتنا کبیر که مسئولیت مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند که در محظرات سخت از من می خواستند که چون آقایانوسی باشم که به سادگی متلاطم نمی شود، بسیار سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر امیر سعیدالدین و جناب آقای دکتر واحد بردی شیخ که با کمال لطف و زحمات بازخوانی و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند، بی نهایت تشکر می کنم.

از سرکار خانم دکتر مرجان محمدزاده نمانده محترم تحصیلات تکلیفی، کمال قدر دانی و سپاس را دارم.

از کلیه اساتید گروه آبخیزداری و مدیریت مناطق بیابانی که افتخار ساگرودی آنها را داشتم بی نهایت سپاسگزارم.

از دوستان خوبم در مراحل انجام کار یاریم کردند، بسیار سپاسگزارم. بهواره روزیانی سرشار از موفقیت و سربلندی را برایشان آرزو مندم.



## چکیده

انواع کاربری اراضی و پوشش مختلف زمین عملکرد قابل توجه و مؤثری روی فرآیندهای هیدرولوژیکی از جمله رواناب و سیل دارند. اما چگونگی و میزان این تأثیر در سطح و مکان‌های مختلف متفاوت می‌باشد. مدل‌های توزیعی مکانی به دلیل داشتن قابلیت توزیعی، جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی و برآورد کمی این تغییرات مناسب می‌باشند. هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی اثرات سناریوهای تغییرات کاربری اراضی روی هیدروگراف خروجی حوزه با کمک ابزار مدل‌سازی توزیعی و GIS است. به جهت حصول هدف در این تحقیق از مدل هیدرولوژیکی توزیعی - مکانی WetSpa که در دپارتمان مهندسی هیدرولوژیک و هیدرولیک دانشگاه بلژیک توسعه یافته، به کار برده شد. فرآیندهای هیدرولوژیکی که در مدل مورد توجه قرار می‌گیرند شامل: بارش، ذخیره برگابی، ذخیره چالابی، رواناب سطحی، نفوذ، تبخیر و تعرق، نفوذ عمقی، جریان زیرقشری، جریان آب زیرزمینی، میزان آبدهی در محدوده ریشه و محدوده اشباع شده را در نظر می‌گیرد. ورودی‌های اصلی مدل، نقشه مدل رقومی ارتفاعی (DEM)، کاربری اراضی، بافت خاک از منطقه مورد مطالعه با فرمت رستری و داده‌های هیدرومتئورولوژی هستند. مدل با ترکیب این داده‌ها و لایه‌ها در محیط GIS، هیدروگراف در خروجی حوزه و توزیع مکانی خصوصیات هیدرولوژیکی در حوزه آبخیز را شبیه‌سازی می‌کند. حوزه مورد مطالعه در این تحقیق، حوزه دینور در بالادست سد کرخه واقع در استان کرمانشاه می‌باشد. جهت اجرای مدل از داده‌های هیدرومتئورولوژی روزانه از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ که شامل داده‌های بارش از ۹ ایستگاه، دما از ۴ ایستگاه و تبخیر اندازه‌گیری از ۴ ایستگاه به عنوان داده ورودی مدل استفاده شد. سه نقشه اصلی مدل رقومی ارتفاعی، کاربری اراضی، بافت خاک در محیط GIS با ابعاد سلولی ۱۰۰ در ۱۰۰ آماده شدند. نتایج شبیه‌سازی انطباق خوبی بین هیدروگراف‌های اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده در خروجی حوزه و همچنین شاخه‌های اصلی آن نشان می‌دهد و همچنین مدل هیدروگراف روزانه را با توجه به معیار ناش - ساتکلایف ۰.۶۶٪ با دقت خوبی پیش‌بینی می‌نماید. جهت استفاده از مدل برای شبیه‌سازی اثر سناریوهای تغییر کاربری اراضی، تست آنالیز حساسیت و عدم قطعیت با استفاده از نرم افزار PEST انجام شد. با توجه به نتایج آنالیز عدم قطعیت و فرضیاتی که در رابطه با منابع مختلف خطا در نظر گرفته شد مدل مجوز لازم جهت شبیه‌سازی اثر سناریوهای تغییر کاربری اراضی را دارد و بنابراین طبق پتانسیل حوزه دینور، ۸ سناریو تغییر کاربری اراضی در محیط GIS طراحی و جهت شبیه‌سازی به مدل واسنجی شده وارد شدند. سپس با مقایسه هیدروگراف خروجی و بیلان آبی در وضعیت موجود کاربری اراضی با نتایج شبیه‌سازی شده از ۸ سناریو، تغییرات در فرآیندها و پارامترهای هیدرولوژیکی بررسی شد و در نهایت نتایج حاکی از آن است که شبیه‌سازی این تغییرات توسط مدل با توجه به نتایج آنالیز عدم قطعیت مدل قابل قبول می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** سناریو تغییر کاربری اراضی، WetSpa، آبخیز دینور، PEST، آنالیز عدم قطعیت، آنالیز حساسیت



## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: کلیات و مبانی نظری تحقیق

۱-۱- مقدمه .....	۲
۱-۱-۱- اهمیت تغییر کاربری اراضی .....	۲
۲-۱-۱- دلایل بررسی تغییر کاربری اراضی .....	۲
۳-۱-۱- تعریف مدل .....	۳
۴-۱-۱- دلایل استفاده از مدل هیدرولوژیکی جهت بررسی اثر تغییر کاربری اراضی .....	۳
۵-۱-۱- کلیات مدل هیدرولوژیکی توزیعی مکانی WetSpa .....	۴
۶-۱-۱- کاربرد بررسی اثر تغییر کاربری اراضی با مدل هیدرولوژیکی توزیعی WetSpa در حوزه مورد مطالعه .....	۴
۲-۱- هدف و فرضیات تحقیق .....	۵
۳-۱- سؤال‌های اصلی تحقیق .....	۵

### فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۱-۲- مقدمه .....	۸
۲-۲- تعریف مدل .....	۸
۳-۲- طبقه‌بندی کلی مدل‌ها .....	۸
۱-۳-۲- بطور کلی مدل‌ها را می‌توان به سه دسته اساسی تقسیم نمود (تلوری، ۱۳۷۵) .....	۹
۱-۱-۳-۲- مدل‌های ریاضی را بطور کلی به دو دسته مدل‌های قطعی و مدل‌های تصادفی یا اتفاقی تقسیم می‌کنند .....	۹
۲-۱-۳-۲- مدل‌های ریاضی ممکن است به دو دسته تجربی و مفهومی نیز تقسیم نمود .....	۱۰
۲-۳-۲- طبقه‌بندی مدل‌ها بر اساس تغییرات مکانی .....	۱۰
۳-۳-۲- طبقه‌بندی مدل‌ها بر اساس فرآیندهای موجود در یک حوزه آبخیز .....	۱۱
۴-۳-۲- طبقه‌بندی مدل‌ها بر اساس نمایش فرآیندهای سیستم .....	۱۲
۴-۲- جایگاه مدل WetSpa .....	۱۲
۵-۲- قابلیت‌ها و اهداف مدل WetSpa .....	۱۴
۶-۲- فرضیات مدل WetSpa .....	۱۴

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۷-۲- محدودیت‌های مدل WetSpa.....	۱۵
۸-۲- سابقه تحقیق.....	۱۷
۱-۸-۲- تاریخچه تحقیقات در زمینه اثر تغییر کاربری اراضی بر واکنش‌های هیدرولوژیکی حوزه.....	۱۷
۲-۸-۲- سابقه تحقیق استفاده از مدل‌ها در پیش‌بینی اثر سناریوهای تغییر کاربری اراضی در خارج و داخل کشور.....	۱۹
۱-۲-۸-۲- سابقه تحقیق استفاده از مدل‌ها در پیش‌بینی اثر تغییر کاربری اراضی در خارج از کشور.....	۱۹
۲-۲-۸-۲- سابقه تحقیق استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی در پیش‌بینی اثر تغییر کاربری اراضی بر فرآیندهای هیدرولوژیکی در داخل کشور.....	۲۸
۳-۸-۲- سابقه تحقیق استفاده از مدل WetSpa.....	۳۱
۱-۳-۸-۲- سابقه تحقیق استفاده از مدل WetSpa در خارج از کشور.....	۳۱
۲-۳-۸-۲- سابقه تحقیق استفاده از مدل WetSpa در داخل کشور.....	۳۷
۹-۲- جمع‌بندی یا نتیجه‌گیری از مرور منابع.....	۳۸
<b>فصل سوم: مواد و روش‌ها</b>	
۱-۳- مقدمه.....	۴۲
۲-۳- معرفی منطقه مورد مطالعه.....	۴۲
۱-۲-۳- خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز دینور.....	۴۵
۱-۱-۲-۳- دلیل انتخاب منطقه مورد مطالعه (حوزه دینور در بالادست کرخه).....	۴۵
۲-۱-۲-۳- مدل رقومی ارتفاعی آبخیز دینور.....	۴۵
۳-۱-۲-۳- شیب آبخیز دینور.....	۴۶
۴-۱-۲-۳- شبکه آبراه‌ای و وضعیت رودخانه‌های آبخیز دینور.....	۴۷
۲-۲-۳- آب و هوای حوزه دینور.....	۴۸
۱-۲-۲-۳- تحلیل داده‌ها.....	۵۰
۲-۲-۲-۳- ماه‌های خشک و مرطوب.....	۵۲
۳-۲-۲-۳- برف.....	۵۲

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۳	۳-۲-۲-۴- باد.....
۵۳	۳-۲-۲-۵- تباخیر و تعرق.....
۵۴	۳-۲-۳- هیدرولوژی.....
۵۴	۳-۲-۱- ایستگاه هیدرومتری در خروجی و سرشاخه‌های اصلی حوزه دینور.....
۵۴	۳-۲-۲- مطالعه رژیم آبدهی.....
۵۵	۳-۲-۴- زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی.....
۵۵	۳-۲-۱- سازندهای زمین‌شناسی.....
۵۶	۳-۲-۲- ژئومورفولوژی حوزه.....
۵۶	۳-۲-۵- خاک‌شناسی و اجزاء واحد اراضی.....
۵۷	۳-۲-۶- بافت خاک.....
۵۷	۳-۲-۷- فرسایش و فرآیندهای فرسایشی در حوزه.....
۵۸	۳-۲-۸- پوشش گیاهی و کاربری اراضی.....
۵۹	۳-۳- جمع‌آوری آمار و اطلاعات هواشناسی و هیدرومتری.....
۵۹	۳-۴- شرح مدل WetSpa.....
۶۰	۳-۴-۱- ورودی‌های مدل WetSpa.....
۶۰	۳-۴-۱-۱- اطلاعات رقومی.....
۶۰	۳-۴-۱-۱-۱- مدل رقومی ارتفاعی.....
۶۱	۳-۴-۱-۱-۲- کاربری اراضی.....
۶۱	۳-۴-۱-۱-۳- نوع خاک.....
۶۲	۳-۴-۱-۱-۴- اطلاعات رقومی اختیاری.....
۶۴	۳-۴-۲- ساختار مدل.....
۶۶	۳-۴-۳- فرمولاسیون مدل.....
۶۶	۳-۴-۱- بارش.....
۶۶	۳-۴-۲- ذوب برف.....
۶۸	۳-۴-۳- ذخیره برگابی.....

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۹	۳-۴-۳-۴- بارش مازاد و نفوذپذیری
۷۲	۳-۴-۳-۵- ذخیره چالابی و جریان سطحی
۷۲	۳-۴-۳-۱-۵- فرموله کردن ذخیره چالابی
۷۴	۳-۴-۳-۲-۵- تعادل جرمی ذخیره چالابی
۷۵	۳-۴-۳-۳-۵- فرموله کردن جریان سطحی
۷۶	۳-۴-۴-۴- تعادل آب در ناحیه ریشه
۷۷	۳-۴-۵-۵- تبخیر و تعرق
۷۸	۳-۴-۶-۶- نفوذ عمقی
۷۹	۳-۴-۷-۷- جریان زیر سطحی
۸۰	۳-۴-۸-۸- ذخیره آب زیرزمینی و آب پایه
۸۲	۳-۴-۹-۹- روندیابی جریان آبراهه و جریان سطحی
۸۲	۳-۴-۱-۹-۹- پاسخ جریان در سطح سلول
۸۴	۳-۴-۲-۹-۹- پاسخ جریان در یک سطح از مسیر آن
۸۶	۳-۴-۳-۹-۹- پاسخ جریان در کل حوزه
۸۶	۳-۵-۵- پارامترهای مدل
۸۶	۳-۵-۱- پارامترهای توزیعی مکانی
۸۷	۳-۵-۲- پارامترهای عمومی
۹۰	۳-۶-۶- نحوه ورود داده‌های سری‌های زمانی در محیط WetSpa
۹۰	۳-۷-۷- خروجی مدل
۹۰	۳-۷-۱- خروجی متوسط مدل
۹۱	۳-۷-۲- خروجی‌های نهایی
۹۱	۳-۷-۳- بیان آب در کل حوزه
۹۱	۳-۸-۸- بهینه‌سازی نتایج شبیه‌سازی در مدل هیدرولوژیکی توزیعی wetspa
۹۴	۳-۸-۱- واسنجی مدل
۹۴	۳-۸-۱-۱- واسنجی به روش دستی (سعی و خطا)



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۸-۱-۲- واسنجی خودکار با استفاده از نرم افزار واسنجی PEST.....	۹۵
۳-۸-۲- اعتبارسنجی مدل.....	۹۶
۳-۸-۳- دلیل انجام واسنجی و اعتبارسنجی.....	۹۶
۳-۸-۴- آنالیز حساسیت.....	۹۷
۳-۸-۴-۱- آنالیز حساسیت پارامترهای مدل.....	۹۷
۳-۸-۵- آنالیز عدم قطعیت.....	۹۸
۳-۸-۵-۱- هدف از بررسی عدم قطعیت مدل.....	۹۸
۳-۸-۵-۲- تعریف عدم قطعیت یا خطا در مدل.....	۹۹
۳-۸-۵-۳- منابع خطا یا عدم قطعیت.....	۱۰۰
۳-۸-۵-۱- عدم قطعیت ساختار مدل.....	۱۰۰
۳-۸-۵-۲- عدم قطعیت پارامترهای مدل.....	۱۰۱
۳-۸-۵-۳- خطای مربوط به داده های ورودی به مدل.....	۱۰۲
۳-۸-۵-۴- تشریح نحوه نمونه برداری از محدوده عدم قطعیت سه پارامتر مؤثر $K_p$ , $K_i$ , $K_g$ در آنالیز عدم قطعیت.....	۱۰۲
۳-۹-۱- معرفی معیارهای کارایی و ارزیابی مدل.....	۱۰۲
۳-۹-۱-۱- خطای مدل در محاسبه بیان آبی (بایس) مدل.....	۱۰۳
۳-۹-۲- قابلیت اطمینان مدل.....	۱۰۳
۳-۹-۳- معیار کارایی ناش - ساتکلیف.....	۱۰۴
۳-۹-۴- معیار کارایی ناش - ساتکلیف لگاریتمی برای ارزیابی جریان های کم.....	۱۰۴
۳-۹-۵- معیار کارایی ناش - ساتکلیف برای ارزیابی جریان های بالا.....	۱۰۵
۳-۹-۶- شاخص کارایی یا معیار جمعی.....	۱۰۵
۳-۹-۷- معیارهای میانگین مربع خطا (MSE).....	۱۰۷
۳-۹-۸- میانگین قدر مطلق خطا یا میانگین خطای مطلق (MAE).....	۱۰۷
۳-۹-۹- میانگین حداقل مربعات خطا (RMSE).....	۱۰۷
۳-۹-۱۰- ضریب همبستگی وزنی (ضریب همبستگی اصلاح شده با اعمال شیب خط رگرسیون).....	۱۰۸

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۰۸.....	۱۰-۳- نحوه بررسی اثر سناریوها بر هیدروگراف خروجی و خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه
۱۰۸.....	۱-۱۰-۳- نحوه تهیه سناریوها در GIS
۱۰۸.....	۲-۱۰-۳- Setup مدل برای سناریوها
۱۰۹.....	۳-۱۰-۳- نحوه عملکرد مدل WetSpa در ارتباط با تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی
۱۱۱.....	۱۱-۳- جمع‌بندی

### فصل چهارم: نتایج

۱۱۴.....	۱-۴- مقدمه
۱۱۴.....	۲-۴- نتایج بررسی صحت داده‌های مورد استفاده در تحقیق
۱۱۴.....	۱-۲-۴- مقایسه نظری آمار مورد استفاده در این تحقیق
۱۱۵.....	۲-۲-۴- آزمون توالی یا دنباله‌ها
۱۱۵.....	۳-۲-۴- تعیین داده‌های پرت
۱۱۵.....	۳-۴- آماده‌سازی نقشه‌های پایه جهت ورود به مدل
۱۱۶.....	۴-۴- نتایج اجرای بخش‌های مختلف مدل WetSpa
۱۱۶.....	۱-۴-۴- نتایج اجرای مرحله اول مدل WetSpa
۱۱۶.....	۱-۱-۴-۴- بخش توپوگرافی و تهیه نقشه‌های مربوط به آن
۱۱۹.....	۲-۱-۴-۴- صفحه نمایش کاربری اراضی و تهیه نقشه‌های مربوط به آن
۱۲۱.....	۳-۱-۴-۴- صفحه نمایش بافت خاک و تهیه نقشه‌های مربوط به آن
۱۲۴.....	۴-۱-۴-۴- صفحه نمایش ضریب رواناب و ذخیره چالابی و تهیه نقشه‌های مربوط به آن
۱۲۶.....	۵-۱-۴-۴- صفحه نمایش پارامترهای روندیابی جریان و تهیه نقشه‌های مربوط به آن
۱۲۷.....	۶-۱-۴-۴- صفحه نمایش پلیگون‌های تیسن و تهیه نقشه‌های مربوط به آن
۱۳۰.....	۲-۴-۴- نتایج اجرای مرحله دوم مدل WetSpa
۱۳۰.....	۱-۲-۴-۴- انتخاب دوره آماری
۱۳۰.....	۲-۲-۴-۴- اجرای مدل WetSpa
۱۳۱.....	۵-۴- نتایج شبیه‌سازی هیدروگراف جریان حوزه بعد از اجرای اولیه مدل

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۳۱	۶-۴- نتایج واسنجی مدل .....
۱۳۳	۶-۴-۱- نتایج حاصل از مقایسه هیدروگراف‌های مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده برای دوره واسنجی .....
۱۳۶	۷-۴- نتایج اعتبارسنجی مدل هیدرولوژیکی توزیعی WetSpa .....
۱۴۰	۸-۴- نتایج محاسبه بیلان آبی توسط مدل در دوره واسنجی .....
۱۴۲	۹-۴- نتایج تعیین مقادیر متوسط هر یک از پارامترهای توزیعی مدل برای هر زیر حوزه .....
۱۴۳	۱۰-۴- نتایج آنالیز حساسیت مدل .....
۱۴۵	۱۱-۴- نتایج آنالیز عدم قطعیت .....
۱۴۷	۱۱-۴-۱- تشریح نتایج آنالیز عدم قطعیت پارامترهای کلی مدل .....
۱۴۸	۱۱-۴-۲- آنالیز عدم قطعیت حاصل از پارامترهای کلی مؤثر بر شبیه‌سازی اثر سناریوهای تغییر کاربری اراضی .....
۱۴۹	۱۲-۴- نتایج تهیه نقشه‌های سناریوهای تغییر کاربری اراضی بر اساس پتانسیل حوزه .....
۱۵۸	۱۳-۴- نتایج بررسی اثر سناریوهای تغییر کاربری اراضی با مدل .....
	۱۳-۴-۱- نتایج اثر تغییر کاربری اراضی سناریوها بر هیدروگراف جریان، پارامترهای هیدرولوژیکی حوزه و مؤلفه‌های بیلان آب .....
۱۵۹	۱۳-۴-۱-۱- نتایج تغییر پارامترهای هیدرولوژیکی در اثر اعمال سناریوها .....
۱۶۱	۱۳-۴-۲- نتایج تغییر مؤلفه‌های بیلان آب در اثر اعمال سناریوها .....

### فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۱۷۰	۱-۵- مقدمه .....
۱۷۰	۲-۵- تحلیلی بر مرور منابع .....
۱۷۰	۳-۵- استفاده از مدل WetSpa در حوزه‌های آبخیز ایران .....
۱۷۱	۴-۵- خلاصه‌ای از نحوه گردآوری و آماده‌سازی داده‌ها و نقشه‌های مورد نیاز .....
۱۷۱	۵-۵- اجرای مدل .....
۱۷۲	۶-۵- واسنجی مدل .....
۱۷۳	۷-۵- اعتبارسنجی مدل .....
۱۷۳	۸-۵- آنالیز حساسیت مدل .....

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۹-۵- آنالیز عدم قطعیت مدل.....	۱۷۳
۱۰-۵- بیلان آبی.....	۱۷۵
۱۱-۵- خلاصه‌ای از نحوه آماده‌سازی سناریوهای تغییر کاربری اراضی متناسب با شرایط حوزه.....	۱۷۵
۱۲-۵- اثر سناریوهای تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف جریان و بیلان آب حوزه دینور در بالادست سد کرخه.....	۱۷۶
۱۳-۵- نتیجه‌گیری کلی.....	۱۷۸
۱۴-۵- پیشنهادات پژوهشی.....	۱۸۰
۱۵-۵- پیشنهادات اجرایی.....	۱۸۱
منابع.....	۱۸۴