

الحمد لله

١٩

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي  
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ  
وَالَّذِي يُرِيهِمْ  
آيَاتِهِ لِيُعْلَمُوا  
أَنَّ اللَّهَ عَظِيمٌ

١٩٢٣

۱۳۸۱ / ۴ / ۲۰



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

مرکز اطلاعات و آرکایو علمی اصفهان  
موسسه تخصصی آرکایو

## منشاء یابی شنهای روان منطقه اردستان

پایان نامه کارشناسی ارشد بیابانزدایی

عالیه اشتری مهرجردی

اساتید راهنما:

دکتر مصطفی کریمیان اقبال

دکتر جمال الدین خواجه الدین

۴۲۵۶۷

۱۳۸۰



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته بیابانزدایی خانم عالیه اشتری مهرجردی

تحت عنوان

منشاء یابی شنهای روان منطقه اردستان

در تاریخ ۸۰/۴/۱۷ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

دکتر مصطفی کریمیان اقبال

دکتر سید جمال الدین خواجه الدین

مهندس محمدرضا اختصاصی

دکتر امیرحسین چرخابی

دکتر احمد جلالیان

دکتر مهدی بصیری

دکتر سید احمد خاتون آبادی

دکتر اقبال  
دکتر کریمیان  
دکتر اشتری  
دکتر جلالیان  
دکتر بصیری  
دکتر خاتون آبادی

۱ - استاد راهنمای پایان نامه

۲ - استاد راهنمای پایان نامه

۳ - استاد مشاور پایان نامه

۴ - استاد مشاور در پایان نامه

۴ - استاد داور

۵ - استاد داور

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

## تشکر و سپاس

شکر و سپاس بی حد خدای را که سپاس او را سزااست

و درود بیکران بر معلمان و اساتید ارجمندی که در طول دوره تحصیلاتم افتخار شاگردی در مکتبشان را یافتم. آنان که چراغ دانش خود را روشنگر راهم ساختند و چگونه آموختن را به من آموختند.

و ارادت خالصانه و صمیمانه به محضر اساتید عزیزم جناب آقای دکتر کریمیان اقبال که در تمام مراحل انجام پروژه راهنما و مشوقم بودند و پیگیری‌های مداومشان باعث دلگرمی در تداوم کار بود، جناب آقای دکتر خواجه‌الدین که با دقت فراوان راه و رسم تحقیق و نگارش را به من آموختند، جناب آقای مهندس اختصاصی که تجربیات ارزنده خود را بی دریغ در اختیارم نهادند و جناب آقای دکتر چرخابی که ضمن مشاوره طرح بودجه تحقیق را متقبل گشتند.

بر خود لازم می‌دانم که از مسئولین و کارکنان دانشکده منابع طبیعی، و نیز دوستان همدوره‌ای که با ایجاد محیط صمیمی و دوستانه، سختی غربت را برایم آسان ساختند و از مرکز تثبیت شن و بیابانزدایی زواره به خصوص آقای مهندس شاه‌مرادی و آقای سازی که در سفرهای صحرائی راهنمایم بودند، سپاسگزاری نمایم.

عالیه اشتری

تیرماه ۱۳۸۰

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات  
و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه  
(رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است

«این پروژه از طریق اعتبارات طرح ملی تحقیقات فرسایش  
و مهار آن در حوزه‌های آبخیز کشور به شماره ثبت ۷۹۰  
شورای عالی پژوهش‌های علمی، متعلق به آقای دکتر  
امیرحسین چرخابی انجام یافته است.»

تقدیم به :

همسر و فرزندانم

سعیده و رضا

به پاس صبر، محبت و همکاریهایشان

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	نه
فهرست اشکال	دوازده
فهرست جداول	سیزده
فهرست عکسها	چهارده
چکیده	۱
<b>فصل اول: مقدمه</b>	
اهمیت منشاء یابی رسوبات بادی	۲
<b>فصل دوم: بررسی منابع تحقیق</b>	
۱-۲- مرفولوژی تپه‌ها و رژیم بادی	۴
۲-۲- ژئومرفولوژی رسوبات کواترنر	۱۰
۳-۲- مطالعات رسوبشناسی	۱۳
۴-۲- مطالعات کانی شناسی	۱۴
۵-۲- مطالعات دور سنجی	۱۶
<b>فصل سوم: ویژگیهای منطقه مورد مطالعه</b>	
۱-۳- موقعیت منطقه	۲۰
۲-۳- هوا و اقلیم منطقه:	۲۰
۱-۲-۳- بارندگی منطقه:	۲۲
۲-۲-۳- وضعیت حرارتی منطقه:	۲۲
۳-۲-۳- تبخیر و تعرق:	۲۴
۴-۲-۳- باد:	۲۴
۳-۳- پوشش گیاهی منطقه:	۲۸
۴-۳- خاک منطقه:	۲۹
۵-۳- زمین شناسی منطقه:	۳۰
۱-۵-۳- تکتونیک:	۳۱
۲-۵-۳- چینه شناسی و لیتولوژی:	۳۱



۳۲ ..... ۶-۳- ژئومرفولوژی منطقه:

#### فصل چهارم: مواد و روشهای تحقیق

۳۸ ..... ۱-۴- تعیین محدوده مورد مطالعه:

۳۸ ..... ۲-۴- تفسیر عکسهای هوایی:

۴۴ ..... ۳-۴- آنالیز آمار باد منطقه:

۴۵ ..... ۱-۳-۴- تهیه نمودارهای گلباد (Wind rose):

۴۶ ..... ۲-۳-۴- تهیه نمودارهای گل شن (Sand rose):

۵۱ ..... ۳-۳-۴- محاسبه اندکس حرکت شن:

۵۱ ..... ۴-۴- عملیات میدانی:

۵۲ ..... ۵-۴- عملیات آزمایشگاهی:

۵۲ ..... ۱-۵-۴- دانه بندی و رسوب سنجی نمونه‌ها:

۵۲ ..... ۲-۵-۴- مطالعه میکروسکوپی کانیها:

۵۳ ..... ۳-۵-۴- کانی شناسی از طریق XRD:

۵۳ ..... ۶-۴- آنالیزهای دور سنجی (Remote Sensing Analysis):

۵۴ ..... ۱-۶-۴- جدا کردن منطقه مورد مطالعه و ثبت تصاویر ماهواره‌ای به نقشه:

۵۵ ..... ۲-۶-۴- پردازش تصاویر (Image Processing):

۵۶ ..... ۷-۴- تکنیکهای GIS:

۵۶ ..... ۱-۷-۴- تهیه مدل ارتفاع رقومی (DEM) منطقه:

۵۷ ..... ۲-۷-۴- رقومی کردن نقشه‌های مختلف:

۵۷ ..... ۳-۷-۴- تلفیق لایه‌ها:

#### فصل پنجم: نتایج و بحث

۶۰ ..... ۱-۵- بررسی مرفولوژی ارگ اردستان:

۷۰ ..... ۲-۵- نتایج حاصل از آنالیز آمار باد منطقه:

۷۱ ..... ۱-۲-۵- وضعیت وزش باد در ایستگاه سینوپتیک اردستان:

۷۵ ..... ۲-۲-۵- وضعیت وزش باد در ایستگاه سینوپتیک نطنز:

۸۰ ..... ۳-۲-۵- وضعیت وزش باد در ایستگاه سینوپتیک کاشان:

۸۳ ..... ۴-۲-۵- جمع بندی نتایج حاصل از آنالیز باد منطقه:

- ۵-۲-۵- مقایسه نتایج آنالیز باد منطقه با نتایج بررسی مرفولوژی تپه‌ها: ..... ۸۴
- ۵-۳- بررسی میزان فعالیت شنهای روان منطقه مورد مطالعه. .... ۸۵
- ۵-۴- نتایج حاصل از گرانولومتری نمونه‌های رسوبات بادی: ..... ۸۸
- ۵-۵- نتایج حاصل از مطالعه مرفوسکوپی نمونه‌های مناطق برداشت و رسوب: ..... ۸۸
- ۵-۶- نتایج حاصل از کانی‌شناسی نمونه‌های برداشت و رسوب: ..... ۹۷
- ۵-۷- نتایج حاصل از آنالیزهای دور سنجی: ..... ۱۰۱
- ۵-۸- نتایج حاصل از مقایسه چند زمانه ارگ اردستان: ..... ۱۰۸
- ۵-۹- عوامل موثر در طوفانهای شن منطقه اردستان ..... ۱۰۸

### فصل ششم: نتیجه‌گیری

- پیشنهادات: ..... ۱۱۴

### ضمائم

- ضمیمه الف: آمار باد ایستگاههای اردستان، نظنز و کاشان ..... ۱۱۵
- ضمیمه ب: گرافهای XRD مربوط به نمونه‌های مناطق برداشت و رسوب ..... ۱۱۷
- ضمیمه ج: نقشه ژئومرفولوژی تهیه شده از عکسهای هوایی ..... ۱۳۲
- منابع: ..... ۱۳۴
- چکیده انگلیسی ..... ۱۳۹

## فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۸.....	شکل (۱-۲) طبقه بندی اشکال تپه‌های شنی
۲۱.....	شکل (۱-۳) نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه
۲۳.....	شکل (۲-۳) نقشه توزیع جغرافیایی میانگین همدوره دمای سالانه در حوزه آبریز اردستان
۲۵.....	شکل (۳-۳) نقشه توزیع جغرافیایی میانگین همدوره دمای تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه در حوزه آبریز اردستان
۲۶.....	شکل (۴-۳) نقشه توزیع جغرافیایی میانگین همدوره دمای تبخیر سالانه در حوزه آبریز اردستان
۳۳.....	شکل (۵-۳) نقشه زمین‌شناسی منطقه اردستان
۴۳.....	شکل (۱-۴) خلاصه طبقه بندی لندفرمهای حاصل از شنهای بادی (طبقه بندی پیشنهادی)
۴۷.....	شکل (۲-۴) معرفی بخشهای مختلف نمودار گل شن
۵۷.....	شکل (۳-۴) مراحل انجام طرح منشاء یابی شنهای روان
۶۱.....	شکل (۱-۵) نقشه شماتیک اردگ اردستان
۷۴.....	شکل (۲-۵) گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک اردستان
۷۶.....	شکل (۳-۵) نمودارهای گل شن ایستگاههای سینوپتیک اردستان، نظنز، کاشان
۷۹.....	شکل (۴-۵) گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک نظنز
۸۲.....	شکل (۵-۵) گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک کاشان
۹۸.....	شکل (۶-۵) نمونه‌ای از نتایج آنالیزهای XRD رسوبات آبرفتی در زاویه ۶۰-۲ درجه
۹۸.....	شکل (۷-۵) نمونه‌ای از نتایج آنالیزهای XRD رسوبات بادی در زاویه ۶۰-۲ درجه
۹۹.....	شکل (۸-۵) درصد نسبی کانیهای پلاژیوکلاز و کلسیت در نمونه‌های رسوبات بادی
۹۹.....	شکل (۹-۵) درصد نسبی کانیهای پلاژیوکلاز و کلسیت در نمونه‌های رسوبات آبرفتی
۱۰۰.....	شکل (۱۰-۵) مقایسه درصد نسبی کانیهای پلاژیوکلاز و کلسیت در قطاع غرب - جنوب غرب ارگ و آبرفتهای مجاور
۱۰۰.....	شکل (۱۱-۵) مقایسه درصد نسبی کانیهای پلاژیوکلاز و کلسیت در قطاع جنوب ارگ و آبرفتهای مجاور
۱۰۲.....	شکل (۱۲-۵) تصویر 1,3,5 FCC (R, G, B) منطقه اردستان
۱۰۳.....	شکل (۱۳-۵) نقشه شیب منطقه اردستان (تهیه شده از طریق مدل ارتفاع رقومی DEM)
۱۰۶.....	شکل (۱۴-۵) نقشه ژئومرفولوژی منطقه اردستان
۱۰۷.....	شکل (۱۵-۵) نقشه مناطق منشاء شنهای روان منطقه اردستان
۱۰۹.....	شکل (۱۶-۵) نقشه مرفولوژی ارگ اردستان

مرکز تحقیقات و توسعه  
 سازمان سنجش آموزش  
 کشور

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۴	جدول (۱-۳) راهنمای نقشه زمین شناسی منطقه اردستان.....
۳۵	جدول (۲-۳) ترکیب کانی شناسی پلایای اردستان.....
۳۷	جدول (۳-۳) ویژگیهای پلایای اردستان.....
۴۴	جدول (۱-۴) موقعیت ایستگاههای سینوپتیک و فاصله تقریبی آنها تا ارگ اردستان.....
۴۵	جدول (۲-۴) طبقه بندی بادهای از نظر سرعت.....
۴۶	جدول (۳-۴) طبقه بندی بادهای از نظر جهت.....
۴۹	جدول (۴-۴) محاسبه فاکتور وزنی.....
۵۰	جدول (۵-۴) پتانسیل برداشت شن از سمت جنوب غرب، ایستگاه اردستان سال ۱۹۹۶.....
۵۰	جدول (۶-۴) اطلاعات نمودار گل شن ایستگاه اردستان ۱۹۹۶.....
۷۲	جدول (۱-۵) جهت و درصد فراوانی باد در ایستگاه سینوپتیک اردستان (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۷۲	جدول (۲-۵) جهت و درصد فراوانی بادهای غالب در ایستگاه سینوپتیک اردستان (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۷۳	جدول (۳-۵) جهت و درصد فراوانی سریع ترین بادهای در ایستگاه سینوپتیک اردستان (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۷۳	جدول (۴-۵) سرعت، جهت و درصد فراوانی باد در ایستگاه سینوپتیک اردستان (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۷۳	جدول (۵-۵) جهت و درصد فراوانی باد در ایستگاه سینوپتیک نطنز (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۷۷	جدول (۶-۵) جهت و درصد فراوانی بادهای غالب در ایستگاه سینوپتیک نطنز (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۷۸	جدول (۷-۵) جهت و درصد فراوانی سریع ترین بادهای در ایستگاه سینوپتیک نطنز (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۷۸	جدول (۸-۵) سرعت، جهت و درصد فراوانی باد در ایستگاه سینوپتیک نطنز (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۸۱	جدول (۹-۵) جهت و درصد فراوانی سریع ترین بادهای در ایستگاه سینوپتیک کاشان (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۸۱	جدول (۱۰-۵) سرعت، جهت و فراوانی باد نطنز در ایستگاه سینوپتیک کاشان (۱۹۹۲-۱۹۹۶).....
۸۵	جدول (۱۱-۵) محاسبه اندکس حرکت شن.....
۸۹	جدول (۱۲-۵) نتایج دانه بندی نمونه های مناطق ترسیب.....
۹۶	جدول (۱۳-۵) ویژگیهای مرفوسکوپی نمونه های مناطق برداشت و رسوب.....

## فهرست عکسها

صفحه	عنوان
۶۳	عکس (۱-۵) تپه‌های معکوس واقع در شمال شرق ارگ اردستان
۶۳	عکس (۲-۵) تپه‌های رفت و برگشتی واقع در شمال شرق ارگ اردستان
۶۵	عکس (۳-۵) تپه‌های فریتوفیتی (نبکای زنده)
۶۵	عکس (۴-۵) تپه‌های فریتوفیتی (نبکای زنده)
۶۶	عکس (۵-۵) شکافهای عمیق در سطوح پلایایی (شق)
۶۹	عکس (۶-۵) تپه‌های گیرافتاده توسط دیوارهای شن گیر
۶۹	عکس (۷-۵) تپه‌های رفت و برگشتی شمال شرق ارگ اردستان
۸۷	عکس (۸-۵) اثر کاوش باد روی تپه‌های تثبیت شده
۸۷	عکس (۹-۵) آثار برداشت بادی در عرصه‌های تثبیت شده
۹۳	عکس (۱۰-۵) نمونه میکروسکوپی شنهای مناطق برداشت محدود به نیمه غربی ارگ اردستان
۹۳	عکس (۱۱-۵) نمونه میکروسکوپی شنهای مناطق برداشت محدود به نیمه شرقی ارگ اردستان
۹۴	عکس (۱۲-۵) نمونه میکروسکوپی شنهای نیمه غربی ارگ اردستان
۹۴	عکس (۱۳-۵) نمونه میکروسکوپی شنهای نیمه شرقی ارگ اردستان
۱۰۵	عکس (۱۴-۵) سنگفرش بیابان همراه ورنی سنگ
۱۰۵	عکس (۱۵-۵) سنگفرش بیابان بدون ورنی سنگ
۱۱۰	عکس (۱۶-۵) منطقه مرطوب پلایا واقع در شمال - شمال شرق ارگ اردستان
۱۱۰	عکس (۱۷-۵) ورود و پخش ذرات محموله آبراهه‌ها در حوضه انتهایی دشت

## چکیده

تپه‌های شنی ارگ اردستان با مساحت حدود ۱۲۰۰۰۰ هکتار، سطح وسیعی از حوزه اردستان را می‌پوشاند. با وجود تثبیت بیولوژیک این تپه‌ها، هنوز مشکل طوفانهای شن در این منطقه به قوت خود باقی است. هدف از این مطالعه، منشاء یابی شنهای روان جهت تعیین منشاء طوفانهای شن در منطقه اردستان می‌باشد. به منظور جهت یابی مناطق برداشت، رژیم باد منطقه با استفاده از نمودارهای «گل شن» مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت همچنین مرفولوژی تپه‌های شن و مانیتورینگ آن از طریق تفسیر عکس هوایی ۱:۵۰۰۰۰ و تصویر TM لندست مطالعه گردید. سپس به منظور مکانیابی مناطق با پتانسیل برداشت بادی، نقشه ژئومرفولوژی کواترنر با استفاده از پردازش داده‌های رقومی TM و با تاکید بر فاکتورهایی چون ترکیب سنگ منشاء، میزان توسعه سنگفرش بیابان و ورنی سنگ، الگوهای زهکشی و میزان تخریب سنگفرش بیابان در اثر فرسایش‌های خطی تهیه گردید.

بر روی نمونه‌های برداشت شده از تپه‌های شن و رسوبات آبرفت در مناطق منشاء مورد آنالیزهای دانه بندی، رسوبشناسی و کانی شناسی صورت گرفت. نتایج حاصل از جهت یابی مناطق برداشت، نشان می‌دهد که منشاء شنهای روان اردستان در قطاع SSW تا SWW واقع شده است. نتایج حاصل از دانه بندی و نیز شاخص‌های مرفوسکوپی نمونه‌ها، بیانگر محلی بودن مناطق منشاء می‌باشد. نتایج کانی شناسی ضمن تائید محلی بودن منشاء، ارتباط میزالوژی بین رسوبات بادی و آبرفتهای مجاور را نشان می‌دهد. تصاویر ارائه شده در این مطالعه نشان می‌دهد که اطلاعات طیفی و بافتی حاصل از داده‌های سنجش از دور می‌تواند جهت تفسیر فرم و شکل تپه‌های شن، ترکیب سنگ منشاء، الگوهای زهکشی، میزان توسعه سنگفرش بیابان و ورنی سنگ در ارتباط با سن نسبی رسوبات کواترنر و درجه تخریب سطوح آبرفتی سنگفرش در اثر فرسایش‌های خطی بکار گرفته شود. در مجموع این تحقیق ثابت می‌کند که مخروط افکنه‌ها و رسوبات آبرفتی انتهایی دشت و آبراهه و مسیلهای منتهی به آن، منشاء اصلی و اخیر شنهای روان حوزه اردستان بوده است. آبرفتهای جنوب تا جنوب غربی ارگ به دلیل بارندگی، بیشتر در نتیجه ارتفاع بیشتر، فعالیت تکونیکی شدیدتر و پتانسیل برداشت شن (DP) بیشتر، نقش مهمتری در این زمینه ایفا می‌کند.

## واژه‌های کلیدی:

شن‌های روان، تپه‌های شنی، منشاء یابی شنهای روان، ژئومرفولوژی کواترنر، نمودارهای «گل شن»، سنجش از دور، GIS، مینرالوژی، XRD، گرانولومتری، اردستان.

## فصل اول

### مقدمه

بررسی تاریخی مطالعات بر روی شنهای روان بیابان طی صد سال اخیر نشان می‌دهد که در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم تنها جغرافیدانان آماتوری چون کورنیش<sup>۱</sup> (۱۹۱۴ و ۱۹۸۷) و بیدنل<sup>۲</sup> (۱۹۱۰) که به دلیل علاقمندی به جاذبه‌های بیابان و تپه‌های شنی مجذوب چنین محیط‌هایی شدند، به مطالعه در این عرصه‌ها پرداخته‌اند. این مطالعات تنها به بررسی شکل تپه‌ها، گسترش آنها، بادهای فرساینده و موارد اینچنین محدود بوده است. پس از آن مطالعات علمی دیگری در بیابانهای مختلف دنیا صورت گرفته است که در طی این مطالعات معمولاً گسترش ارگ<sup>۳</sup>، انواع تپه‌ها، نقشه مرفولوژی و حرکت آنها مورد توجه قرار گرفته است [۱]. اما در طی دو دهه اخیر، مطالعات بر روی شنهای روان بیابان سمت و سویی جدید یافته است. بیشتر مطالعات در این زمینه به بررسی پایه‌ای تئوری ژئومرفولوژی بادی با تمرکز روی فیزیک حرکت رسوبات بادی که اولین بار توسط بگنولد<sup>۴</sup> (۱۹۸۰ - ۱۹۴۰) بیان شد، پرداخته است [۲]. همچنین با افزایش آگاهی ارتباط انسان با پدیده‌هایی چون بیابانزایی و لزوم مقابله با فرسایش بادی و کنترل حرکت تپه‌ها، تحقیقات بر روی منشاء بادی رسوبات بادی مورد توجه قرار گرفته است [۱].

مطالعات انجام شده در مناطق بیابانی نشان می‌دهد که بهترین مرحله مبارزه با فرسایش بادی که خود از سه مرحله برداشت، حمل و رسوبگذاری تشکیل شده است، مبارزه در مرحله برداشت می‌باشد و فقط در مواقع

1- Cornish

2- Beadnell

3- Erg

4- Bagnold