







دانشگاه زابل

مدیریت تحصیلات تکمیلی

دانشکده منابع طبیعی

گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته بیابانزدایی

# منشأیابی رسوبات بادی و تعیین حساسیت رخساره های ژئومرفولوژیکی به فرسایش بادی در منطقه مصر دشت خور اصفهان

اساتید راهنما

دکتر نصرآ... بصیرانی

دکتر احمد پهلوانروی

استاد مشاور

مهندس مهدی تازه

تهیه و تدوین

سکینه اسلامی

بهمن ۱۳۸۹

کتاب: ۱۲، ۱۳، ۱۴  
شماره: ۲۸۳۹






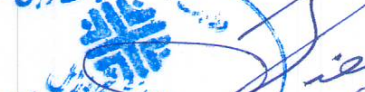


مدیریت تحصیلات تکمیلی

صفحه الف

این پایان نامه با عنوان منشأیابی رسوبات بادی و تعیین حساسیت رخساره های ژئومرفولوژیکی به فرسایش بادی در منطقه مصر دشت خور اصفهان قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد بیابانزدایی توسط دانشجو سکینه اسلامی تحت راهنمایی استاد پایان نامه آقای دکتر بصیرانی و دکتر پهلوانروی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه زابل مجاز می باشد.

امضا دانشجو  


این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۳۰ / ۱۱ / ۱۳۸۹ توسط هیئت داوران بررسی و نمره ..... ۱۹.۵ ..... و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
۱- استاد راهنمای اول: دکتر بصیرانی		
۲- استاد راهنمای دوم: دکتر پهلوانروی		
۳- استاد مشاور: مهندس نازه		
۵- استاد داور: دکتر شریاری		
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر روحی مقدم		ع. ۱۱، ۸۹
۷- مدیر گروه: (مهر و امضاء) دکتر شریاری		



تقدیرم به

مدر بزرگوارم

آرامش دهنده نیام و تکیه گاه استواری که در هر ایمانش بی پروا تریم.

"مادر عزیزم"

نازیدنی که دعایش باهرین بوده است و با تمام وجود من پرستش.

نان که وجودم برایشان آید هر رنج بود و وجودشان برایم همه مهر، تو ایشان رخت که به توانایی برسم و مویشان سپید گشت تا

رویتم ناپیکه غمناغ نگاهشان، اگر من کلامشان و روشنی رویشان سرمایه نامی جاودانه زندگیم هستند آنان که

راستی قامت بر سنگستی قاتشان قیام بی نهایت که ایشان زانوی ادب بر زمین من ززم و باد بی ملو از عشق و

مهربت و خضوع بردستان بوسه من ززم.

خواهران دل و ززم و برادر بیار خوبم

عزیزانی که نگاه کردشان بایه امید و همراهیشان در تمام سختی هایم بوده است.

هر روز وجودشان همیشه در بر بلندوار استوار باد.

## ریاسکزاری

بیکران تبارنیز شرت خداوند مهتر و آفریدگار جهان و جهانیان، خداوند گاری که سینه نوران در سرتودن او بمانند و شمارگان شتر مردن

نهرستی ما لهی اوندانند و کوشننگی راه را کز اردن نتوانند و ریاس لرغند اوندگ هر گاه صدایش من کز منم، در تنان ناتوازم را

من که مرد و مرا در هر گام ناامیدی ما، یاری مهربان است.

به لکه کوفی و کی به این مرحله از که ب دانش درست یافته ام، شایسته است قدردان وجود کوهرانی مهربان، پدر و مادرم،

آنان که در تمام این دو پستان غیربانی و حمایت ما، ایشان کام برداشتم با جاشوم کم کم مهربانی و همدانی نامی خانواده ام به ویژه

جوهران و برادرم را که مشوق من در این راه بودند.

من به پاهای کلکتم! به خدوق ام ایسار بر خانیق لازم من دایم اگر فون که این رساله به پایان رسیده است مراتب ریاس

از اسانجید و ابراز اند جناب آقای دکتر بصره مرا فی و دکتر مهد و انزوی که رابطه ما این پایان نامه را به عهده داشتند و جناب آقای

رسی تله فکتر از جمله ما این و مشاوره شان نه تنها در تمام پایان نامه بلکه در طول دوران تحصیل بهره بردم، ابراز دارم. از

به خان خدا و وفقیت روز افزون این بزرگواران را از درگاه ایند حق تعالی خوارتارم.

یم هدیه جزو هدیه ما، مینگره ای ما و همدانی های دورتازم و کلیه پرسنل دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی اردکان را که مرا در

سیرودن این راه یاری کرد و کلمه چه زبانم قاصد مرد و در تمام این نامه تا آرزوی سر بلندی و موفقیت برایشان یرم شاید بتوانم

بدین و رسید. ای ذوق لطفشان را جبران نمایم.

## چکیده

فرسایش بادی یکی از بزرگترین بلایای طبیعی است که سالانه خسارات فراوانی به مناطق مسکونی و زراعی وارد می‌کند. پیشروی تپه‌های ماسه‌ای به سمت روستاها، شهرها، شهرک‌های صنعتی، راه‌آهن، جاده‌ها و فرودگاه‌ها همه ساله موجب خسارات فراوانی می‌گردد و تاخت و تاز ماسه‌های روان به جز مشکلات اقتصادی و اجتماعی عدیده‌ای که به همراه دارد باعث از بین رفتن بخشی از تمدن ملی نیز گردیده است و بسیاری از آداب و سنت‌های دیرین به این طریق به فراموشی سپرده شده است. لذا با شناسائی نقاط حساس می‌توان گام‌های موثری در کنترل این پدیده برداشت.

در این مطالعه با بررسی مهمترین عوامل موثر در تعیین نقاط برداشت، شامل بررسی تصاویر ماهواره‌ای، بررسی مورفولوژی عمومی تپه‌های ماسه‌ای، بررسی و مطالعه بادهای منطقه به منظور شناسایی شدت و تداوم شدیدترین بادهای، نمونه‌برداری عناصر تپه‌های ماسه‌ای و خاک سطحی هر کدام از رخساره‌های منطقه برداشت، بررسی مرفوسکوپی عناصر تشکیل دهنده نمونه‌ها و تجزیه تحلیل فرایندهای رسوبگذاری، کانی‌شناسی نمونه‌ها و بررسی ارتباط ژنتیکی عناصر تپه‌های ماسه‌ای با سایر رخساره‌های مورد بررسی، سعی شده است منشأ ماسه‌های روان حوزه آبخیز مصر واقع در شمال شهرستان خور و بیابانک از توابع استان اصفهان تعیین گردد.

به طور کلی نتایج حاصل از انجام دو مرحله جهت‌یابی و مکان‌یابی مناطق برداشت نشان می‌دهد منشأ رسوبات در قطاع جنوب غرب تا غرب و شمال غرب و بخش کوچکی نیز در جنوب شرقی ارگ واقع بوده و بادهای جنوب غرب و غرب بادهای فرساینده و بادهای شمال شرق و شمال غرب بادهای شکل دهنده‌اند.

این‌گونه می‌توان بیان کرد که مناطق برداشت تپه‌های ماسه‌ای ارگ را آبرفت‌های دشت‌سر پوشیده تشکیل می‌دهد و رخساره‌های این تیپ در قسمت‌های جنوب غرب تا غرب و شمال غرب ارگ قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، مصر، منطقه برداشت

## فهرست مطالب

### فصل اول

مقدمه ..... ۱

### فصل دوم

۲-۱- مطالعات صورت گرفته در زمینه منشأیابی رسوبات بادی ..... ۵

۲-۱-۱- مطالعات صورت گرفته در داخل کشور ..... ۵

۲-۱-۲- مطالعات صورت گرفته در خارج از کشور ..... ۱۶

۲-۲- مطالعات انجام شده در زمینه برآورد پتانسیل فرسایش بادی ..... ۲۳

### فصل سوم

۳-۱- موقعیت منطقه ..... ۲۷

۳-۲- هوا و اقلیم ..... ۲۸

۳-۲-۱- بارندگی ..... ۲۹

۳-۲-۲- وضعیت حرارتی منطقه ..... ۲۹

۳-۲-۳- تبخیر و تعرق ..... ۲۹

۳-۲-۴- باد ..... ۳۲

۳-۳- منابع تأمین آب ..... ۳۴

۳-۴- پوشش گیاهی ..... ۳۴

۳-۵- خاک ..... ۳۵

۳-۶- زمین شناسی ..... ۳۶

۳-۶-۱- تکتونیک ..... ۳۶

۳-۶-۲- چینه شناسی و لیتولوژی ..... ۳۷

۳-۷- ژئومورفولوژی ..... ۴۱

۳-۷-۱- واحد کوهستان ..... ۴۱

۳-۷-۲- واحد دشت سر ..... ۴۲

۳-۷-۲-۱- دشت سر فرسایشی ..... ۴۲

۳-۷-۲-۲- دشت سر پانداژ ..... ۴۲

۳-۷-۲-۳- دشت سر پوشیده ..... ۴۲

۳-۷-۳- واحد پلایا ..... ۴۳

### فصل چهارم

منشأیابی رسوبات بادی حوزه مطالعاتی ..... ۴۹

۴-۱- تعیین محدوده مورد مطالعه ..... ۵۰



- ۴-۲- تفهیر عكس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ..... ۵۰
- ۴-۳- مطالعه مرفولوژی تپه‌ها ..... ۵۰
- ۴-۴- آنالیز آمار باد ..... ۵۱
- ۴-۴-۱- تهیه نمودارهای گلباد (Wind Rose) ..... ۵۲
- ۴-۴-۲- تهیه نمودارهای گل‌توفان (Storm Rose) و گلماسه (Sand Rose) ..... ۵۴
- ۴-۴-۳- محاسبه اندیس حرکت ماسه ..... ۵۶
- ۴-۵- عملیات میدانی ..... ۵۶
- ۴-۶- عملیات آزمایشگاهی ..... ۵۷
- ۴-۶-۱- دانه بندی عناصر نمونه‌ها (مطالعات مرفومتري) ..... ۵۷
- ۴-۶-۲- بررسی مرفوسکوپی عناصر نمونه‌ها (بررسی میکروسکوپی) ..... ۵۸
- ۴-۶-۳- کانی‌شناسی از طریق دیفراکسیون اشعه ایکس ..... ۵۹
- ۴-۷- محاسبه اندیس‌های مرفومتري ..... ۵۹
- ۴-۷-۱- قطر میانه ..... ۵۹
- ۴-۷-۲- قطر متوسط ..... ۵۹
- ۴-۷-۳- جورشدگی ..... ۶۰
- ۴-۷-۴- کج‌شدگی (نامتقارن بودن منحنی تجمعی) ..... ۶۰
- ۴-۸- آنالیزهای دورسنجی (Remote Sensing Analysis) ..... ۶۱
- ۴-۹- تهیه مدل ارتفاع رقومی (DEM) حوزه و رقومی کردن نقشه‌های مختلف ..... ۶۲
- ۴-۱۰- تعیین حساسیت رخساره‌های ژئومرفولوژیکی به فرسایش بادی ..... ۶۳
- ۴-۱۰-۱- روش تجربی اریفر ۱ (IRIFR)، برآورد پتانسیل فرسایش بادی در محدوده اراضی غیرکشاورزی (اختصاصی- احمدی ۱۳۷۲) ..... ۶۴
- ۴-۱۰-۱-۱- سنگ‌شناسی ..... ۶۵
- ۴-۱۰-۱-۲- شکل اراضی و میزان ناهمواری ..... ۶۵
- ۴-۱۰-۱-۳- سرعت و وضعیت باد ..... ۶۵
- ۴-۱۰-۱-۴- عامل خاک و پوشش غیر زنده سطح آن ..... ۶۵
- ۴-۱۰-۱-۵- تراکم و نوع پوشش گیاهی ..... ۶۵
- ۴-۱۰-۱-۶- رخساره‌های فرسایش بادی ..... ۶۶
- ۴-۱۰-۱-۷- رطوبت خاک ..... ۶۶
- ۴-۱۰-۱-۸- نوع و پراکنش نهشته‌های بادی ..... ۶۶
- ۴-۱۰-۱-۹- مدیریت اراضی و استفاده از زمین ..... ۶۶
- ۴-۱۰-۲- روش تجربی اریفر ۲ (IRIFR)، برآورد پتانسیل فرسایش بادی در محدوده اراضی کشاورزی ..... ۶۶

.....(اختصاصی، ۱۳۷۹)	۶۹
.....(بافت خاک یا رسوب اراضی)	۶۹-۱-۲-۱-۴- رسوب‌شناسی
.....مورد بررسی	۶۹-۲-۱-۲-۴- توپوگرافی و موقعیت اراضی
.....یا فرساینده	۷۰-۳-۱-۲-۴- سرعت و تداوم بادهای شدید
.....خاک	۷۰-۴-۱-۲-۴- زبری و یا میزان ناهمواری سطح
.....خاک	۷۰-۵-۱-۲-۴- تأثیر سله، مقاومت فشاری و آشفستگی
.....شرایط آبیاری	۷۱-۶-۱-۲-۴- رطوبت خاک و
.....خاک و آب آبیاری	۷۱-۷-۱-۲-۴- میزان املاح و نوع نمکهای موجود در
.....در سطح مزرعه	۷۱-۸-۱-۲-۴- تراکم پوشش گیاهی و کاه و گلش باقیمانده
.....مزرعه	۷۱-۹-۱-۲-۴- مدیریت مزرعه
.....مدل اریفر	۷۵-۳-۱-۴- برآورد میزان رسوبدهی در

### فصل پنجم

.....ارگ	۷۷-۱-۵- بررسی مرفولوژی
.....باد	۸۱-۲-۵- مطالعه رژیم باد
.....رسم گلباد	۸۱-۱-۲-۵- آنالیز آمار باد منطقه و رسم
.....گلماسه	۸۴-۲-۵- نتایج حاصل از رسم گل توفان و
.....تپه‌ها	۸۶-۳-۵- مقایسه نتایج آنالیز باد حوزه با نتایج بررسی مرفولوژی
.....حوزه	۸۷-۴-۵- بررسی میزان تحرک ماسه‌ها در
.....دورسنجی	۸۷-۵-۵- نتایج حاصل از آنالیز دورسنجی
.....رسوبات	۹۱-۶-۵- نتایج حاصل از گرانولومتری رسوبات
.....رسوبات	۹۹-۷-۵- نتایج حاصل از مطالعه مرفوسکوپی رسوبات
.....نمونه‌های برداشت شده	۱۰۳-۸-۵- نتایج حاصل از کانی شناسی نمونه‌های
.....داده‌ها	۱۰۵-۹-۵- جمع بندی داده‌ها
.....بادی	۱۰۹-۱۰-۵- برآورد پتانسیل رسوبدهی فرسایش
.....منابع	۱۱۵- فهرست منابع
.....دوربین	۱۲۶- پیوست الف: منطقه مورد مطالعه از دریچه دوربین
.....مورد استفاده	۱۳۳- پیوست ب: نمودارهای مورد استفاده

## فهرست جداول

- جدول ۳-۱ دوران‌های زمانی زمین‌شناسی (چینه‌شناسی) و لیتولوژی حوزه مصر..... ۳۹
- جدول ۳-۲ رخساره‌های ژئومرفولوژیکی و مساحت هریک در حوزه مصر..... ۴۴
- جدول ۴-۱ طبقه‌بندی بادها از نظر سرعت..... ۵۳
- جدول ۴-۲ طبقه‌بندی بادها از نظر جهت..... ۵۳
- جدول ۴-۳ طبقات استاندارد دانه بندی رسوب..... ۵۷
- جدول ۴-۴ رابطه قطر ذرات حمل شده توسط باد و فاصله حمل..... ۵۸
- جدول ۴-۵ طبقه بندی ضرایب جورشدگی فولک..... ۶۰
- جدول ۴-۶ ضرایب کج شدگی فولک..... ۶۱
- جدول ۴-۷ نحوه امتیازدهی معیارهای مؤثر در فرسایش بادی به روش اریفر ۱ (اختصاصی- احمدی ۱۳۷۲)..... ۶۷
- جدول ۴-۸ معیارها و شاخص‌های مورد بررسی در برآورد پتانسیل رسوبدهی فرسایش بادی در روش اریفر ۲..... ۷۲
- جدول ۴-۹ تعیین کلاس پتانسیل فرسایش بادی در محدوده اراضی تحت کشاورزی به روش تجربی اریفر ۱ و ۲..... ۷۵
- جدول ۵-۱ فراوانی جهت وزش باد در ماه‌های مختلف سال (دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۶)..... ۸۲
- جدول ۵-۲ فراوانی جهت وزش باد غالب اول و دوم (دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۶)..... ۸۲
- جدول ۵-۳ فراوانی باد در جهات و طبقات مختلف سرعت (m/s) (دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۶)..... ۸۳
- جدول ۵-۴ رژیم بادناکی هوا، جهت چیره باد و پارامترهای سرعت در ایستگاه خور و بیابانک ۸۳ (دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۸۶)..... ۸۳
- جدول ۵-۵ محاسبه اندیس حرکت ماسه..... ۸۷
- جدول ۵-۶ دانه بندی رسوبات برداشت شده از رخساره های حوزه مصر (درصد وزنی)..... ۹۳
- جدول ۵-۷ نمونه نتایجی از بررسی مرفوسکوپی (نمونه شماره ۷)..... ۹۹
- جدول ۵-۸ نتایج بررسی مرفوسکوپی رسوبات منطقه رسوبگذاری و رخساره‌های منطقه برداشت..... ۱۰۱
- جدول ۵-۹ نتایج کانی شناسی تپه‌های ماسه‌ای و رخساره‌های منطقه برداشت..... ۱۰۳
- جدول ۵-۱۰ مساحت محدوده‌های هم پتانسیل در رسوبدهی فرسایش بادی..... ۱۰۹
- جدول ۵-۱۱ امتیازدهی عوامل مؤثر در فرسایش در روش اریفر ۱ - رخساره‌های ژئومرفولوژیکی حوزه مصر..... ۱۱۱
- جدول ۵-۱۲ امتیازدهی عوامل مؤثر در فرسایش در روش اریفر ۲- مزارع کشاورزی حوزه مصر..... ۱۱۲

## فهرست نمودارها

- نمودار ۱-۴ مراحل کلی انجام منشأیابی رسوبات بادی حوزه مطالعاتی..... ۴۹
- نمودار ۱-۵ گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک خور و بیابانک (دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۶)..... ۸۴
- نمودار ۲-۵ گلماسه سالانه ایستگاه سینوپتیک خور و بیابانک (دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۶)..... ۸۵
- نمودار ۳-۵ گل توفان سالانه ایستگاه سینوپتیک خور و بیابانک (دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۶)..... ۸۶
- نمودار ۵-۵ دانه بندی رخساره تپه ماسه و شاخص های آن (نمونه شماره ۳)..... ۹۵
- نمودار ۶-۵ دانه بندی رخساره تپه ماسه و شاخص های آن (نمونه شماره ۷)..... ۹۶
- نمودار ۷-۵ دانه بندی رخساره تپه ماسه و شاخص های آن (نمونه شماره ۹)..... ۹۷
- نمودار ۸-۵ دانه بندی رخساره تپه ماسه و شاخص های آن (نمونه شماره ۱۱)..... ۹۸
- نمودار ۱-ب: گلباد و گلماسه ماهانه و فصلی زمستان..... ۱۳۲
- نمودار ۲-ب: گلباد و گلماسه ماهانه و فصلی بهار..... ۱۳۳
- نمودار ۳-ب: گلباد و گلماسه ماهانه و فصلی تابستان..... ۱۳۴
- نمودار ۴-ب: گلباد و گلماسه ماهانه و فصلی پاییز..... ۱۳۵
- نمودار ۶-ب: دانه بندی رخساره فرسایش آبی و شاخص های آن (نمونه شماره ۴)..... ۱۳۷
- نمودار ۷-ب: دانه بندی رخساره تپه ماهور و شاخص های آن (نمونه شماره ۵)..... ۱۳۸
- نمودار ۸-ب: دانه بندی رخساره سطوح رسی گچی و شاخص های آن (نمونه شماره ۶)..... ۱۳۹
- نمودار ۹-ب: دانه بندی رخساره فرسایش آبی و شاخص های آن (نمونه شماره ۸)..... ۱۴۰
- نمودار ۱۰-ب: دانه بندی رخساره مخروط افکنه و شاخص های آن (نمونه شماره ۱۰)..... ۱۴۱
- نمودار ۱۱-ب: دانه بندی رخساره فرسایش آبی و شاخص های آن (نمونه شماره ۱۲)..... ۱۴۲
- نمودار ۱۲-ب: دانه بندی رخساره مخروط افکنه و شاخص های آن (نمونه شماره ۱۳)..... ۱۴۳

## فهرست نقشه‌ها

- نقشه ۱-۳ موقعیت حوزه مورد مطالعه و نمایش محدوده پراکنش تپه‌های ماسه‌ای در منطقه..... ۲۷
- نقشه ۲-۳ اقلیم حوزه مطالعاتی (مطالعات جامع منابع آب کشور)..... ۳۰
- نقشه ۳-۳ توزیع جغرافیایی میانگین همدوره تبخیر و تعرق سالانه در حوزه (مطالعات جامع منابع آب کشور)..... ۳۱
- نقشه ۴-۳ چینه شناسی حوزه مطالعاتی..... ۴۰
- نقشه ۵-۳ رخساره‌های ژئومرفولوژی حوزه مطالعاتی..... ۴۵
- نقشه ۶-۳ چگونگی توزیع شیب در حوزه مطالعاتی..... ۴۶
- نقشه ۷-۳ طبقات ارتفاعی حوزه مطالعاتی..... ۴۷
- نقشه ۸-۳ شبکه هیدروگرافی حوزه مطالعاتی..... ۴۸
- نقشه ۱-۵ تصویر ترکیب رنگی کاذب ۵۳۱ (RGB) - محدوده سیستم‌های آبراه‌ای با توان بالای فرسایشی به عنوان منبع برداشت..... ۸۹
- نقشه ۲-۵ موقعیت نقاط منشأ برداشت ماسه در تصویر ترکیب رنگی کاذب ۵۳۱ با طبقه‌بندی نظارت نشده..... ۹۰
- نقشه ۳-۵ محدوده مناطق برداشت ماسه..... ۱۰۸
- نقشه ۴-۵ محدوده مناطق در درجات مختلف حساسیت به فرسایش بادی..... ۱۱۳

## فهرست تصاویر

- تصویر ۱-۵ تپه‌های ماسه‌ای غرب ارگ در تصاویر گوگل ارث..... ۷۹
- تصویر ۲-۵ تپه‌های ماسه‌ای نیمه شرقی ارگ در تصاویر گوگل ارث..... ۷۹
- تصویر ۳-۵ تپه‌های ماسه‌ای شمال تا شمال شرق ارگ در تصاویر گوگل ارث..... ۸۰
- تصویر ۴-۵ تپه‌های ماسه‌ای شمال ارگ در تصاویر گوگل ارث..... ۸۰
- تصویر ۶-۵ بررسی نمونه ۳ توسط بینو کولر (۲۵۰ میکرون)..... ۱۰۲
- تصویر ۷-۵ بررسی نمونه ۳ توسط بینو کولر (قطر کمتر از ۶۴ میکرون)..... ۱۰۲
- تصویر ۱- الف: تشکیل نبکای فعال..... ۱۲۶
- تصویر ۲- الف: مناطق نهال کاری شده بر روی تپه‌های ماسه‌ای..... ۱۲۶
- تصویر ۳- الف: شکل‌گیری ریپل‌مارک‌های کوچک بر روی شیب ملایم تپه ماسه‌ای..... ۱۲۷
- تصویر ۴- الف: منطقه حمل ماسه (تشکیل نبکا)..... ۱۲۷
- تصویر ۵- الف: منطقه حمل ماسه و تشکیل ورنی بیابان..... ۱۲۸
- تصویر ۶- الف: اثر فرسایش بر روی تپه‌ماهورها..... ۱۲۸
- تصویر ۷- الف: دیواری از بادشکن زنده در شمال شرق مزارع مصر..... ۱۲۹
- تصویر ۱۰- الف: زمین کشاورزی در مصر، تپه‌های ماسه‌ای در جنوب آن قابل رویت است..... ۱۲۹
- تصویر ۸- الف: جمع شدن ماسه پشت دیوار خانه‌ای در فرحزاد (دیوار غربی)..... ۱۳۰
- تصویر ۹- الف: تخریب فیزیکی سنگ‌ها..... ۱۳۰
- تصویر ۱۰- الف: ایجاد بادشکن شطرنجی بر روی تپه‌های غربی جاده منتهی به مصر و کشت نهال در پناه آن..... ۱۳۱
- تصویر ۱۰- الف: ایجاد بادشکن شطرنجی بر روی تپه‌های غربی مصر و کشت نهال در پناه آن..... ۱۳۱

## مقدمه

همان‌طور که در مناطق پرباران فرسایش آبی اهمیت دارد در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیز فرسایش بادی عامل اصلی فرسایش است. به طور کلی رفتار باد و آب در یک منطقه در مورد ایجاد فرسایش و رسوب متفاوت می‌باشد. فرسایش آبی در سطوح گسترده شیب‌ها آغاز می‌شود ولی سریعاً در آبراهه‌های باریک متمرکز می‌گردد؛ درحالی‌که باد همواره در تمامی سطوح گسترده فرا روی خود در تمامی مقیاس‌ها عمل می‌نماید. مقایسه بین انبوه ماسه در ماسه‌زارها با ماسه‌های موجود در نهرها تفاوت مشخص آن‌ها را از نظر نظم و ترتیب و الگو مشخص می‌سازد، زیرا که فراوانی بسیار زیاد وقوع بادهای حامل رسوبات کاملاً مغایر با فراوانی وقوع سیلاب‌ها در نهرهای بیابانی حاوی مواد منتقله می‌باشد. باد معادل ۲۵٪ سطح بیابان‌های کره زمین را به وسیله ماسه پوشش داده و هر ساله صدها میلیون تن خاک را از آن‌ها کنده و جابجا می‌کند. در سطح زمین بادهای بیابانی قادرند رسوبات بیشتری را بر حسب متر مکعب در سال در پهنای یک کیلومتر نسبت به هر پدیده ژئومورفولوژیکی دیگر حمل کنند. وجود صدها کیلومتر مربع از تپه‌های ماسه‌ای با بیش از ۳ متر ارتفاع هر کدام با پیشروی بیش از ۱۵ متر در سال پدیده‌های معمولی در بیابان‌ها هستند. فرسایش بادی عبارت از کنده شدن، انتقال و رسوب مواد خاک به وسیله باد می‌باشد. باد در صورتی فرسایش شدیدی را به وجود می‌آورد که از سرعت قابل ملاحظه‌ای برخوردار و مانعی جدی در مسیرش وجود نداشته باشد. در مناطق لخت یا با پوشش نباتی بسیار پراکنده به خصوص اراضی وسیع بیابانی باد قادر به جابجایی مقادیر زیادی از مواد می‌باشد (رفاهی ۱۳۸۳). فرسایش بادی یکی از بزرگترین بلایای طبیعی است که سالانه خسارات فراوانی به مناطق مسکونی و زراعی وارد می‌کند. پیشروی تپه‌های ماسه‌ای به سمت روستاها، شهرها، شهرک‌های صنعتی، راه‌آهن، جاده‌ها و فرودگاه‌ها همه ساله موجب خسارات فراوانی می‌گردد به طوری که سالانه هزینه‌های زیادی (بودجه‌های میلیاردی) جهت پاکسازی تاسیسات صنعتی، راه‌ها، راه‌آهن و باند فرودگاه‌ها در کشور ما پرداخت می‌گردد. چه بسا روستاها و شهرهای کوچک و قدیمی که در اثر تاخت و تاز ماسه‌های روان رها شده است و این امر به جز مشکلات اقتصادی و اجتماعی عدیده‌ای که به همراه دارد باعث از بین رفتن بخشی از تمدن ملی ما نیز گردیده است و بسیاری از آداب و سنت‌های دیرین به این

طریق به فراموشی سپرده شده است. لذا با شناسائی نقاط حساس می‌توان گام‌های موثری در کنترل این پدیده برداشت.

با بررسی مطالعات گذشتگان روی ماسه‌های روان طی صدسال اخیر متوجه می‌شویم در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم تنها جغرافیدانان آماتوری چون *Cornish* و *Beadnell* به دلیل علاقمندی به جاذبه‌های بیابان مجذوب چنین محیط‌هایی شده و به مطالعه در این عرصه‌ها پرداخته‌اند. مطالعات تنها به بررسی شکل تپه‌ها، گسترش آن‌ها، بادهای فرساینده محدود بوده است؛ پس از آن مطالعات علمی دیگری در بیابان‌های مختلف صورت گرفت که در طی این مطالعات معمولاً گسترش ارگ، انواع تپه‌ها، نقشه مرفولوژی و حرکت آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است (*Goudie et al 1999*) و در چند دهه اخیر سمت و سوی 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 *Bagnold (1940-1980)* بیان شد پرداخته است (*Tchakerian 1995*). با افزایش آگاهی ارتباط انسان با پدیده‌هایی چون بیابانزایی و لزوم مقابله با فرسایش بادی و کنترل حرکت تپه‌ها، تحقیقات بر روی منشأیابی رسوبات بادی مورد توجه قرار گرفته است. جهت مطالعه صحرایی فرسایش بادی نیاز به مشاهدات جزئی‌نگر از رسوبات فرسایش یافته می‌باشد و این امکان ندارد مگر اینکه از یکسری فن‌آوری‌های خاص در شرایط طبیعی استفاده شود. این فن‌آوری‌ها به طور مستقیم یا غیر مستقیم حمل ذرات خاک را کمی می‌کنند و در شرایط متفاوت مکانی و زمانی قابلیت کاربرد دارند. این نوع اطلاعات موقعی که تأثیر فعالیت باد بر خاک و گیاه مورد تحقیق باشد بسیار مهم خواهد بود. بنابراین موفقیت کامل در مبارزه با فرسایش بادی و تثبیت رسوبات، شناخت کامل از مراحل انجام فرسایش، کمی نمودن حمل رسوبات فرسایش یافته بادی، شناسایی منشأ رسوبات و شناخت شیوه‌های درست مبارزه و کنترل آن است.

مطالعات انجام شده در مناطق بیابانی نشان می‌دهد که بهترین مرحله مبارزه با فرسایش بادی که از سه مرحله برداشت، حمل و رسوبگذاری تشکیل شده است، مبارزه در مرحله برداشت می‌باشد و فقط در مواقع ضروری و فوری می‌توان عملیات کنترل فرسایش بادی را در دو منطقه دیگر انجام داد. بنابراین از آنجا که بهترین راه برای مقابله با فرسایش بادی مهار آن در محل برداشت می‌باشد (احمدی ۱۳۸۵)، شناسایی



مناطق برداشت و به عبارتی منشأیابی ماسه‌های روان از اولویت‌های اساسی هرگونه اقدام پیشگیرانه است این امر به دو دلیل می باشد:

۱- در صورتیکه مناطق برداشت کنترل نشود مشکل فرسایش بادی و تشکیل تپه های ماسه‌ای همچنان باقی خواهد ماند.

۲- عملیات کنترل فرسایش در مناطق حمل و رسوب به مراتب مشکل تر و پرهزینه تر بوده و تاثیر آن از کار در مناطق برداشت کمتر است.

با شناسایی این نقاط عملیات کنترل و مبارزه با فرسایش بادی و بخصوص مبارزه بیولوژیکی (به دلیل استقرار گیاهان در چنین مناطقی) با سهولت بیشتری صورت می پذیرد.

حوزه آبخیز مصر واقع در شمال شهرستان خور و بیابانک از توابع استان اصفهان و جزئی کوچک از حوزه آبخیز مرکزی ایران است؛ روستای مصر، شهر جندق و چندین مزرعه کشاورزی در محدوده مطالعاتی قرار دارند. حرکت و گسترش تپه‌ها و وجود طوفان‌های ماسه‌ای هر ساله خسارات زیادی را به اماکن مسکونی و زمین های زراعی وارد می سازد. این امر سبب تشدید مسئله مهاجرت مردم بومی از منطقه و مانع از توسعه مناطق مسکونی و کشاورزی شده است. از سال ۱۳۵۸ اداره منابع طبیعی شهرستان، با کشت گونه‌های گیاهی اسکمیبل و تاغ در اطراف مزارع و جاده به صورت نواری اقدام به مبارزه با بیابانزایی و کاهش خطر طوفان‌ها نموده است. عملیات‌های اجرایی مالچ پاشی، احداث بادشکن، نهال کاری و بذریاشی نیز در منطقه صورت گرفته است، عملیات‌های نهال کاری و بذریاشی همچنان ادامه دارد ولی خطر حرکت و گسترش تپه‌ها و طوفان‌ها باقی است؛ این موضوع اهمیت مطالعات منشأیابی را در منطقه مشخص می سازد.

لذا ضروری به نظر رسید که تحقیقی برای شناسایی جهت حرکت و منشأ ماسه‌ها انجام پذیرد که انجام این کار مشکلات خاص خود را در برداشت که مهمترین آن‌ها عبارت است از:

۱- عدم وجود اطلاعات اولیه تدوین شده در مورد منطقه مطالعاتی.

۲- همکاری کم ادارات منابع طبیعی استان و شهرستان و بعضاً دادن اطلاعات ناقص و ناکافی با علم به نیازمندی شدید به اطلاعات و دوری راه به مرکز استان.

۳- عدم وجود راه‌های دسترسی و شناخت ناکافی از راه‌های خاکی موجود در حوزه.

۴- از بین رفتن لایه‌های اطلاعاتی در چندین مرحله از کار.

۵- و چندین مورد دیگر.

و سوالات اصلی تحقیق عبارتند از:

۱- منشأ برداشت رسوبات بادی منطقه مورد مطالعه در چه ناحیه ای قرار دارد؟

۲- حساس ترین رخساره ها نسبت به فرسایش در کدام تیپ ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه قرار دارند؟

۳- جهت وزش باد غالب منطقه کدام است؟

و فرضیات در نظر گرفته به صورت زیر می‌باشد:

۱- منشأ رسوبات بادی منطقه مورد مطالعه گذار ریگی خور می باشد.

۲- حساس ترین رخساره ها در منطقه مورد مطالعه در تیپ دشت سر پوشیده می باشد.

۳- جهت وزش باد غالب منطقه، شمال شرق می باشد.

در این مطالعه با بررسی مهمترین عوامل موثر در تعیین نقاط برداشت، شامل بررسی تصاویر ماهواره‌ای، بررسی مورفولوژی عمومی تپه‌های ماسه‌ای، بررسی و مطالعه بادهای منطقه به منظور شناسایی شدت و تداوم شدیدترین بادهای، نمونه‌برداری عناصر تپه‌های ماسه‌ای و خاک سطحی هر کدام از رخساره های منطقه برداشت، بررسی مرفوسکوپی و گرانولومتری عناصر تشکیل دهنده نمونه‌ها و تجزیه تحلیل فرایندهای رسوبگذاری، کانی‌شناسی نمونه‌ها و بررسی ارتباط ژنتیکی عناصر تپه‌های ماسه‌ای با سایر رخساره‌های مورد بررسی، سعی شده است منشأ ماسه‌های روان حوزه آبخیز مصر تعیین گردد.

## ۲-۱- مطالعات صورت گرفته در زمینه منشأیابی رسوبات بادی

شناخت نقاط برداشت یا منشأ تپه‌های ماسه‌ای و رسوبات فرسایش یافته بادی مهمترین و اصولی ترین راه مبارزه با فرسایش بادی است. با شناسایی مناطق برداشت می‌توان عملیات کنترل و مبارزه را از این مناطق شروع نمود (رفاهی ۱۳۷۸، اختصاصی و همکاران ۱۳۷۵). Pye در سال ۱۹۸۷ منابع اصلی رسوبات بادی را بیابان‌های تحت حاره و مناطق نیمه خشک و نیمه مرطوب معرفی می‌کند که در این مناطق خاک‌ها در طی فصل وزش بادهای شدید بدون حفاظ می‌باشند. Lancaster and Nickling در سال ۱۹۹۴ رسوبات بدون پوشش و سست که حاوی ذرات ماسه و سیلت با مقدار کم رس می‌باشند را به عنوان مساعدترین سطوح جهت تولید گردوغبار معرفی می‌کنند. Middleton در سال ۱۹۸۶ بیان می‌دارد که عمده ترین مناطق تولید کننده گردوغبار در جهان در نوار پهن سرزمین‌های خشک و نیمه خشک گسترش یافته که از غرب آفریقا تا شمال چین می‌باشد. اکثر این مناطق در نیمکره شمالی قرار دارند (Koala and Bielders, 1998).

Hidy and Brock در سال ۱۹۷۱ مقدار گردوغبار تولیدی جهان را به طور سالانه در اثر فرایند رفت و روب خاک‌ها و رسوبات ۶۱ تا ۳۶۶ میلیون تن برآورد نموده اند (Koala and Bielders, 1998). به طوری که بنا به گفته Goudic در سال ۱۹۷۸ بسامد طوفان‌های گرد و غبار در مناطقی که ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر باران در سال دریافت می‌کنند به حداکثر می‌رسد. همراه با افزایش بارندگی، بسامد طوفان‌های گرد و خاک کاهش می‌یابد (Koala and Bielders, 1998). Middleton در سال ۱۹۸۶ بیان می‌کند که بیشترین دوره طوفان‌های گرد و خاک از حوزه سیستان در ایران گزارش شده است که در آن هر ساله به طور متوسط ۷/۸ روز طوفان‌های گردو خاک وجود دارد (رفاهی ۱۳۷۸).

### ۲-۱-۱- مطالعات صورت گرفته در داخل کشور

پاشایی در سال ۱۳۵۳، ضمن بررسی دینامیک تپه‌های ماسه‌ای و تثبیت آنها در خوزستان، منشأ ماسه‌های دشت مذکور را کوه‌ها و کوهپایه‌های اطراف اهواز شامل، کوه میش داغ و الله اکبر در شمال غربی و کوه خنزیر، خرف خون و مشرقات معرفی کرد.

معتمد در سال ۱۳۶۷، با کاربرد عکس‌های هوایی، مطالعات گرانولومتری، مرفوسکوپی، مطالعه کانیهای

سنگین و کاربرد اشعه ایکس، منشأ ماسه‌های شهر یزد را حاصل فرورفتگی دشت اردکان یزد می‌داند و زمین‌های آیش رها شده و تپه‌هایی که عملیات تثبیت بر روی آنها انجام نشده (در حاشیه جاده اردکان- یزد) را به عنوان منشأ معرفی کرده است.

اختصاصی در سال ۱۳۷۳، جهت تهیه نقشه حساسیت به فرسایش بادی اراضی حوزه دشت یزد- اردکان از دستگاه سنجش فرسایش بادی که در واقع یک تونل باد قابل حمل است و توسط خود وی در ایران طراحی شده، استفاده نمود که فرسایش پذیری اراضی را در قالب یک مدل فیزیکی- صحرایی در حوزه مذکور به صورت کمی و با دقت قابل قبول اندازه گیری می‌کند و در نهایت نقشه حساسیت به فرسایش منطقه را ارائه نموده است.

نوایی و مهدی‌زاده در سال ۱۳۷۳، جهت تفکیک واحدهای مختلف رسوبات کواترن در منطقه رفسنجان از داده‌های سنجنده TM استفاده کرده اند. با پردازش تصاویر چند تصویر رنگی کاذب تهیه کردند. طبق بررسی‌ها بهترین کنتراست و بیشترین اختلاف بین واحدهای مختلف آبرفتی و خواستگاهشان در تصویر رنگی ۵۳۱ نشان داده شده است. بر اساس این تصویر ۳۰ واحد رسوبات آبرفتی تفکیک گردیده و هر واحد آبرفتی به رنگ سنگ منشأ خود به خوبی آشکار شده است.

خسروی در سال ۱۳۷۴، با مطالعه رسوب شناسی ماسه‌های روان منطقه کاشان منشأ آن را محلی معرفی می‌نماید و دلایل خود را چنین بیان می‌دارد:

(الف) وضعیت غربالی شدن رسوبات بادی است که عملاً ذرات ریزتر از  $0/05$  میلیمتر را حذف کرده است، زیرا در ماسه‌های منطقه مورد مطالعه به مقدار خیلی کم کانی‌های رس یافت می‌شود.

(ب) قطر متوسط ماسه‌های موجود در منطقه از ۳۵۰ تا ۱۸۰ میکرون متغیر است از سوی دیگر وجود عناصر آلی با قطر بیش از ۵۰۰ میکرون در بین رسوبات تپه‌های ماسه‌ای نشان دهنده نزدیکی بسیار زیاد نقاط برداشت به ترسیب می‌باشد.

(ج) پایین بودن ضریب سایش دانه‌های کوارتز و همچنین درخشندگی نسبی آن نیز دلیل دیگری بر نزدیک بودن نقاط برداشت می‌باشد.

اختصاصی و همکاران در سال ۱۳۷۵، در مطالعه‌ای تحت عنوان منشأیابی تپه‌های ماسه‌ای دشت