

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه صنعتی اراک

گروه معدن

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی معدن گرایش اکتشاف

[تلفیق داده های ماهواره ای و هیدروژئوشیمی جهت تعیین گسترده پلایای میقان اراک و

تأثیر بر آبهای زیرزمینی]

[سبحان امجد یزدان دوست]

استاد راهنما:

[دکتر فریدون قدیمی]

استاد مشاور:

[مهندس زهرا اکبری]

زمستان ۱۳۹۲

## تأییدیه هیات داوران

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه آقای: سبحان امجد یزدان دوست

را با عنوان: تلفیق داده های ماهواره ای و هیدروژئوشیمی جهت تعیین گستردگی پلایای میقان اراک و تاثیر بر آبهای زیرزمینی

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده، پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد تأیید می کند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیئت داوران
	استادیار	دکتر فریدون قدیمی	استاد راهنما
		مهندس زهرا اکبری	استاد مشاور
			استاد ممتحن
			استاد ممتحن
			نماینده گروه

## تقدیم

تقدیم به خدا که هرچه دارم از اوست. تقدیم به پدر و مادر عزیزم که با سال ها تلاش بی منت آن ها در این جایگاه حضور دارم و تقدیم به همسر عزیزم که با صبوری و حمایت های خود مرا در تهیه این پایان نامه یاری نمود.

## تشر و قدردانی

از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر قدیمی و سرکار خانم مهندس اکبری که در تهیه این پایان نامه مرا بسیار یاری نمودند صمیمانه کمال تشر را دارم .

سبحان امجد یزدان دوست

بهمن ماه ۱۳۹۲

## چکیده

نزدیک به دو سوم مساحت کشور ما در مناطق بیابانی قرار گرفته است و پلایاها نیز به عنوان واحدهایی از بیابان وسعت قابل ملاحظه ای از ایران را اشغال می کنند. با توجه به توان اکولوژیکی و اقتصادی آن ها ، می طلبد که مورد بررسی و ارزیابی دقیق قرار گیرند. کویر میقان اراک یک پلایا محسوب می شود. هدف اصلی این مطالعه تعیین میزان پیشروی پلایای میقان اراک به کمک داده های هیدروژئوشیمی و تصاویر ماهواره ای در بازه زمانی ۱۰ سال اخیر می باشد تا مقدمه ای بر یک برنامه ریزی دقیق و مدیریتی صحیح جهت کنترل و کاهش روند پیشروی سطوح خشکی و کویر میقان اراک گردد. پس از بیان خصوصیات و ویژگی های دشت میقان اراک با معرفی ۵ پارامتر تصاویر ماهواره ای ، عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی ، میزان هدایت الکتریکی (EC) ، میزان مواد جامد خشک (TDS) ، مقدار نسبت جذب سدیم (SAR) به بررسی میزان پیشروی پلایای میقان پرداختیم و تفاوت ها و شباهت های آماری آن ها را با هم مقایسه نموده و میزان تغییرات هر پارامتر را در منطقه مورد مطالعه و در گذشت بازه زمانی ۱۰ سال اخیر نشان دادیم. در بررسی داده های ماهواره ای مشخص گردید که در حدود ۲۰/۶٪ از مساحت پلایای مرکزی میقان اراک در طی گذشت ۱۰ سال اخیر کاهش یافته و به نسبت آن ، پیشروی کویر و افزایش سطوح خشکی را در بر داشته است. پیشروی از سمت مرکز دشت شروع می شود و شدت پیشروی به طرف مناطق شرقی و شمال شرقی بیشتر از مناطق جنوبی و غربی است. بدین ترتیب می توان حدس زد که در ۱۰ سال آینده مساحت پلایای میقان اراک با همین شرایط اقلیمی به حدود ۸۹ کیلومتر مربع و یا شاید کمتر خواهد رسید که نیازمند یک برنامه ریزی و مدیریت هدفمند به منظور کاهش سرعت پیشروی کویر میقان اراک و جلوگیری از ضرر و زیان های مربوط به آن خواهد بود. بررسی داده های هیدروژئوشیمی نشان داد که تمام داده های هیدروژئوشیمی به استثنای نسبت جذب سدیم در منطقه میقان و در طول گذشت ۹ سال افزایش داشته اند و این افزایش به معنی افزایش میزان شوری ، کاهش کیفیت آب و خاک منطقه و همچنین افزایش سطوح خشکی و پیشروی کویر میقان می باشد و با داده های ماهواره ای همخوانی دارد. مقادیر میانگین نسبت جذب سدیم (SAR) در بازه زمانی بعد از شروع دوره سوم خشکی و کاهش شدید بارندگی بر خلاف سایر داده های هیدروژئوشیمی روند نزولی به خود گرفته و کاهش می یابد این امر به دلیل افزایش کمتر مقدار سدیم در مقایسه با افزایش منیزیم و کلسیم در منطقه میقان اراک می باشد که هیچ منافاتی با نتایج حاصل از سایر داده های هیدروژئوشیمی ندارد. منطقه میقان اراک تحت تاثیر سازند قم ، سازند قرمز بالایی و دریاچه مرکزی میقان قرار دارد. به عبارت بهتر وجود سازند قرمز بالایی و سازند قم در شمال شرق دشت میقان اراک و آبشویی رسوبات حاصل از تخریب و فرسایش این سازندها و حمل املاح حاصله به نقاط پایین دست از یک طرف و نفوذ آب شور دریاچه میقان از سوی دیگر سبب افزایش املاح و میزان شوری در منطقه میقان اراک می گردد. بررسی نقشه های هم شدت داده های هیدروژئوشیمی دشت میقان اراک در بازه زمانی مورد مطالعه نشان داد که از ارتفاعات به سمت مرکز دشت بر میزان هدایت الکتریکی (EC) ، مواد جامد محلول (TDS) ، آنیون ها و کاتیون ها و همچنین میزان عناصر موجود در منطقه افزوده می شود. مقادیر داده های

هیدروژئوشمی در مرکز ، شرق و شمال شرقی دشت میقان بیشتر از سایر مناطق دشت است. با توجه به مقادیر میانگین هدایت الکتریکی دشت میقان اراک شدت پیشروی کویر میقان شدید می باشد که پیشروی کویر در مرکز و مناطق شرقی و شمالی بسیار شدید تر از سایر نقاط دشت است و میزان شوری در این قسمت ها بیشتر خواهد بود. همچنین بررسی مقادیر میانگین نسبت جذب سدیم (SAR) دشت میقان اراک در بازه زمانی مورد مطالعه نشان داد که شدت پیشروی کویر میقان اراک در گذر زمان کم می باشد و در مرکز دشت و مناطق شرقی و شمالی بر شدت پیشروی کویر میقان افزوده می گردد. آب موجود در منطقه مورد مطالعه از نوع شور بوده و میزان سدیم آن از نصف میزان کاتیون های محلول کمتر است و PH منطقه کمتر از ۸/۵ بوده و همین موضوع دلیل اصلی تناقض در نتایج بدست آمده از دو پارامتر هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در تعیین شدت پیشروی کویر می باشد.

**کلید واژه:** پلایا ، هیدروژئوشیمی ، پیشروی ، هدایت الکتریکی ، نسبت جذب سدیم.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ج	فهرست علائم و نشانه‌ها.....
د	فهرست جدول‌ها.....
ه	فهرست شکل‌ها.....
۱	<b>فصل ۱- مقدمه</b> .....
۱-۱	۱-۱- مقدمه .....
۲-۱	۲-۱- ضرورت تحقیق.....
۳-۱	۳-۱- هدف تحقیق.....
۴-۱	۴-۱- روش تحقیق.....
۵-۱	۵-۱- سابقه تحقیق.....
۲۱	<b>فصل ۲- مبانی نظری تحقیق</b> .....
۲۱-۱	۲۱-۱- تعریف پلایا.....
۲۱-۲	۲۱-۲- اهمیت پلایا.....
۲۲-۳	۲۲-۳- زمین شناسی پلایا.....
۲۳-۲	۲۳-۲- پیشروی پلایا .....
۲۴-۱-۴-۲	۲۴-۱-۴-۲- استفاده از اطلاعات ماهواره ای.....
۲۹-۱-۴-۲	۲۹-۱-۴-۲- انواع تصاویر ماهواره ای .....
۳۱-۲-۴-۲	۳۱-۲-۴-۲- ویژگی ها و کاربردهای تصاویر ماهواره ای .....
۳۳-۱-۴-۲	۳۳-۱-۴-۲- اطلاعات لازم جهت شناسایی پلایاها به کمک تصاویر ماهواره‌ای .....
۳۵-۲-۴-۲	۳۵-۲-۴-۲- هیدروشناسی پلایاها.....
۴۳	<b>فصل ۳- مواد و روش ها</b> .....
۴۳-۱-۳	۴۳-۱-۳- موقعیت جغرافیایی منطقه.....
۴۶-۲-۳	۴۶-۲-۳- زمین شناسی منطقه.....
۵۴-۳-۳	۵۴-۳-۳- وضعیت اقلیمی منطقه.....
۵۶-۴-۳	۵۶-۴-۳- هیدروژئولوژی منطقه.....
۶۳-۵-۳	۶۳-۵-۳- هیدروژئوشیمی منطقه.....
۶۶-۶-۳	۶۶-۶-۳- تصاویر ماهواره ای منطقه.....
۶۹	<b>فصل ۴- تجزیه و تحلیل</b> .....
۶۹-۱-۴	۶۹-۱-۴- بررسی پیشروی کویر میقان اراک با استفاده از تصاویر ماهواره ای.....
۷۵-۲-۴	۷۵-۲-۴- بررسی پیشروی کویر میقان اراک با استفاده از داده های سطح آب زیرزمینی.....



۳-۴	بررسی پیشروی کویر میقان اراک با استفاده از داده های هدایت الکتریکی.....	۸۴
۴-۴	بررسی پیشروی کویر میقان اراک با استفاده از داده های هیدروژئوشیمی.....	۹۵
۵-۴	بررسی پیشروی کویر میقان اراک با استفاده از داده های نسبت جذب سدیم.....	۱۰۲
فصل ۵-	نتیجه گیری و پیشنهادات .....	۱۱۶
۱-۵	نتیجه گیری.....	۱۱۶
۲-۵	پیشنهادات.....	۱۲۱
فهرست مراجع	.....	۱۲۲
واژه نامه فارسی به انگلیسی	.....	۱۲۹
واژه نامه انگلیسی به فارسی	.....	۱۳۰

## فهرست علائم و نشانه‌ها

علامت اختصاری

عنوان

EC

هدایت الکتریکی

SAR

نسبت جذب سدیم

TDS

کل مواد جامد محلول

RS

فناوری سنجش از راه دور

GIS

سیستم اطلاعات جغرافیایی

## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲: انواع سنجنده ها.....	۳۰
جدول ۲-۲: طبقه بندی انواع خاک متاثر از نمک.....	۳۷
جدول ۳-۲: طبقه بندی شوری بر اساس پارامتر مقدار جذبی سدیم.....	۳۹
جدول ۴-۲: طبقه بندی شوری بر اساس پارامتر هدایت الکتریکی.....	۳۹
جدول ۱-۳: مشخصات فیزیوگرافی زیرحوضه های حوضه آبریز کویر میقان اراک.....	۵۷
جدول ۲-۳: وضعیت منابع آبی محدوده مطالعاتی اراک در سال های آمار برداری مختلف.....	۵۷
جدول ۳-۳: آمار کمی چاه های نمونه برداری منطقه مورد مطالعه.....	۶۱
جدول ۴-۳: داده های کیفی نمونه های آنالیز شده از چاه عمیق پلایای میقان.....	۶۳
جدول ۵-۳: تقسیم بندی شدت پیشروی کویر بر اساس داده های کیفی و سطح آب زیرزمینی.....	۶۴
جدول ۱-۴: مساحت پلایای میقان اراک بر حسب کیلومتر مربع در ۱۰ سال اخیر.....	۷۳
جدول ۲-۴: داده های عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی دشت میقان اراک.....	۷۶
جدول ۳-۴: داده های هدایت الکتریکی منطقه مورد مطالعه.....	۸۵
جدول ۴-۴: خلاصه اطلاعات آماری مقادیر هدایت الکتریکی دشت میقان.....	۸۸
جدول ۵-۴: میانگین داده های هیدروژئوشیمی بدست آمده از ۴۵ حلقه چاه نمونه برداری.....	۹۵
جدول ۶-۴: داده های نسبت جذب سدیم دشت میقان اراک.....	۱۰۳
جدول ۷-۴: خلاصه اطلاعات آماری داده های نسبت جذب سدیم دشت میقان اراک.....	۱۰۴

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱- الف : موقعیت استان مرکزی در نقشه ایران.....	۴۴
شکل ۳-۱- ب : موقعیت پلایای میقان اراک در استان مرکزی.....	۴۵
شکل ۳-۱- ج : موقعیت پلایای میقان اراک در تصویر ماهواره ای.....	۴۵
شکل ۳-۲: نقشه ژئومورفیک و تصویر ماهواره ای حوضه آبریز میقان اراک.....	۴۹
شکل ۳-۳: عملکرد دو گسل تلخاب و تبرته و نشست گرابنی کفه میقان اراک.....	۵۰
شکل ۳-۴: قشر نمکی در پلایای میقان اراک.....	۵۱
شکل ۳-۵: نقشه زمین شناسی پلایای میقان اراک.....	۵۲
شکل ۳-۶: موقعیت جغرافیایی ایستگاه های هواشناسی استان مرکزی.....	۵۵
شکل ۳-۷: نقاط نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه.....	۶۰
شکل ۳-۸: تصویری از محیط نرم افزار Statistica.....	۶۵
شکل ۳-۹: تصویری از محیط نرم افزار Google Earth.....	۶۶
شکل ۳-۱۰: تصویر ماهواره لندست از محدوده پلایای میقان اراک در سال ۲۰۰۰.....	۶۸
شکل ۴-۱- الف: بخش جدا شده جزیره مرکزی میقان در تصاویر ماهواره ای.....	۷۰
شکل ۴-۱- ب: آخرین تصویر ماهواره ای از بخش جدا شده جزیره مرکزی میقان.....	۷۱
شکل ۴-۲: همپوشانی تصاویر جدا شده پلایای میقان اراک از تصاویر ماهواره ای ۱۰ سال اخیر.....	۷۲
شکل ۴-۳: نمودار خطی تغییرات مساحت پلایای مرکزی میقان اراک در ۱۰ سال اخیر.....	۷۴
شکل ۴-۴: موقعیت چاه های نمونه برداری به منظور تعیین عمق سطح آب زیرزمینی.....	۷۵
شکل ۴-۵: خلاصه اطلاعات آماری داده های عمق سطح آب زیرزمینی و نمودارهای آن.....	۷۷
شکل ۴-۶: نمودارهای چارک داده های عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی.....	۷۹
شکل ۴-۷: نمودار تغییرات عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی دشت میقان اراک.....	۸۰
شکل ۴-۸: نمودار تغییرات متوسط بارندگی کویر میقان اراک.....	۸۱
شکل ۴-۹: نقشه خطوط هم ارتفاع دشت میقان اراک بر حسب متر.....	۸۲
شکل ۴-۱۰: نقشه هم عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی بر حسب متر.....	۸۳
شکل ۴-۱۱: موقعیت چاه های نمونه برداری شده دشت میقان اراک.....	۸۶
شکل ۴-۱۲: نمودارهای آماری داده های هدایت الکتریکی دشت میقان.....	۸۸
شکل ۴-۱۳: نمودار تغییرات مقدار میانگین هدایت الکتریکی دشت میقان.....	۹۰
شکل ۴-۱۴: نمودار تغییرات مقدار ماکزیمم هدایت الکتریکی دشت میقان.....	۹۱
شکل ۴-۱۵: نقشه هم شدت هدایت الکتریکی دشت میقان.....	۹۲
شکل ۴-۱۶: نمودار تغییرات مقدار میانگین مواد جامد محلول دشت میقان اراک.....	۹۷
شکل ۴-۱۷: نمودار تغییرات مقادیر میانگین کاتیون ها و آنیون های دشت میقان اراک.....	۹۷

- شکل ۴-۱۸: نمودار تغییرات مقدار میانگین عناصر محلول دشت میقان اراک..... ۹۸
- شکل ۴-۱۹: نقشه هم شدت مواد جامد محلول دشت میقان اراک..... ۹۹
- شکل ۴-۲۰: خلاصه اطلاعات آماری مقادیر نسبت جذب سدیم دشت میقان و نمودارهای آن..... ۱۰۵
- شکل ۴-۲۱: نمودار تغییرات نسبت جذب سدیم دشت میقان اراک..... ۱۰۷
- شکل ۴-۲۲: نقشه های هم شدت نسبت جذب سدیم دشت میقان اراک..... ۱۰۸
- شکل ۴-۲۳: نمودارهای روند تغییرات شاخص های مورد سنجش دشت میقان اراک..... ۱۱۱
- شکل ۴-۲۴: نمودار خطی پیش بینی تغییرات مساحت پلایای مرکزی میقان در ۱۰ سال آینده..... ۱۱۵

## فصل اول - مقدمه

### ۱-۱ - مقدمه

افزایش روز افزون مناطق فرسایش یافته ، تخریب پوشش گیاهی عرصه های طبیعی ، کاهش حاصلخیزی خاک ها به دلیل عدم بهره برداری بهینه از منابع آب و خاک ، کاهش روز افزون منابع آبی و شور شدن آن ها ، گسترش مراکز سکونت گاهی و فشار ناشی از ورود فناوری های نوین و ناسازگار با اکوسیستم های مناطق خشک و نیمه خشک از جمله فاکتورهای بسیار موثر در گسترش و توسعه پدیده بیابان ها می باشد (گریوانی ، ۱۳۹۱). همانطور که می دانیم ایران در کمربند خشک جهانی قرار دارد این در حالی است که سهم ایران از خشکی های جهان تنها ۱/۲ درصد می باشد و ۲/۴ درصد از بیابان های جهان را به خود اختصاص داده است از این رو مناطق بیابانی کشور به وسعت ۳۳ میلیون هکتار حدود ۲۰ درصد مساحت کشور و ۲۵ درصد مساحت عرصه های طبیعی کشور را شامل می شود (سپه پناه و همکاران ، ۱۳۹۱). نزدیک به دو سوم مساحت کشور در مناطق بیابانی قرار گرفته است. پلایا<sup>۱</sup> و یا چاله ها نیز به عنوان واحدهایی از بیابان وسعت قابل ملاحظه ای از ایران را اشغال می کنند و با توجه به توان اکولوژیکی و اقتصادی آن ها می طلبد که مورد بررسی و ارزیابی دقیق و جدی قرار گیرند. کویر میقان یک پلایا محسوب می شود. اهمیت بررسی پلایا ها در ایران غیر قابل انکار است (میرزاخانی و همکاران ، ۱۳۹۱). شوری خاک و توسعه پدیده بیابان زایی از پیامدهای شور شدن منابع آب زیرزمینی می باشد که برخی اثرات ژئومورفیک مانند پیدایش و توسعه کویر را به همراه داشته و در صورت وقوع ، منابع آب و خاک آن منطقه تهدید خواهد شد (فلاح و همکاران ، ۱۳۹۰). بخش اعظمی از کشور ایران به علت قرار گرفتن در ناحیه آب و هوایی خشک و نیمه خشک از میانگین بارش سالیانه بسیار پایین برخوردار است بنابراین به دلیل عدم دسترسی به آب های سطحی در اکثر نقاط ایران به ویژه در مناطق خشک ، منابع آب زیرزمینی در تامین آب مصرفی در بخش های کشاورزی ، شرب و صنعت نقش اساسی ایفا می کند به طوری که بر اساس آخرین آمار ، ۵۵ درصد از نیاز آبی مردم ایران از آب های زیرزمینی تامین می شود (صداقت ، ۱۳۸۵). حال آن که با استفاده بیش از حد منابع آب زیرزمینی و توسعه اراضی شور ، افزایش روند بیابان زایی به چشم می خورد. پلایاها یکی از مهمترین محیط های شور به حساب می آیند. وسعت مناطقی که به طور ژنتیک شور می باشند در سطح جهان در حدود ۹۵۵ میلیون هکتار است و مناطقی که به طور ثانویه در معرض شور شدن قرار گرفته اند در سطح جهان حدود ۷۷ میلیون هکتار وسعت دارند. در این میان حدود ۵۸ درصد از مناطق در معرض شوری ثانویه را مناطق کشاورزی دارای آبیاری تشکیل می دهند. این موضوع مستلزم انجام ارزیابی های دقیق وضعیت شوری خاک و تغییرات آن به منظور تحت کنترل در آوردن روند قهقرایی تغییرات و نیز پایدارسازی مدیریت و کاربری اراضی در این مناطق حساس است (رضایی مقدم و همکاران ، ۱۳۸۵). کویر میقان در شمال شرقی اراک که یکی از بارزترین اشکال ژئومورفولوژیکی استان مرکزی به شمار می آید در سال های اخیر وسعت آن گسترش چشم گیری داشته است به طوری که از ۱۱۰ کیلومتر مربع به ۴۰۰ کیلومتر مربع افزایش یافته است و

<sup>۱</sup> Playa

این پیشروی کویر از تغییرات اقلیمی، وضعیت ژئومورفولوژیکی و دخالت های انسانی ناشی می گردد (خالدی، ۱۳۸۵). با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهواره ای نظیر به هنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روز افزون توان تفکیک طیفی و مکانی، می توان از این ابزار جهت مطالعه و بررسی مراحل مختلف بیابان زایی استفاده نمود (چیت ساز، ۱۳۷۸). لایه های اطلاعاتی دقیق و مطمئن را می توان توسط فناوری سنجش از دور<sup>۱</sup> (RS) تهیه نمود و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان یک فناوری رایانه ای با استفاده از لایه های اطلاعاتی موجود، مدیریت این لایه ها و تلفیق آن ها با یکدیگر برای نیل به اهداف مذکور و توسعه و احیاء منابع طبیعی را به عهده دارد (عباسی، ۱۳۸۱). در این مطالعه با استفاده از تلفیق داده های ماهواره ای و هیدروژئوشیمی<sup>۲</sup> به تعیین گستردگی پلاهای میقان اراک و تاثیر بر آبهای زیرزمینی می پردازیم.

## ۱-۲- ضرورت تحقیق

گسترش خصوصیات مناطق بیابانی یکی از مهمترین چالش هایی است که مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران و کویر میقان اراک را تهدید می کند. سازمان ملل چالش بیابانی شدن را یکی از سه چالش اصلی در میان ۳۷ چالش مهم جهانی معرفی کرده است که جهان در قرن بیست و یکم با آن مواجه می باشد. با افزایش روز افزون جمعیت و در نتیجه ازدیاد فشار بیش از توان تولید به این اکوسیستم برای تامین نیازهای بشری در کنار پارامترهای تغییر اقلیم در سال های اخیر سبب گردیده تا توجه ویژه سازمان های ملی و بین المللی به ارزیابی و بررسی این پدیده در جهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک معطوف گردد. طبق برآورد کنفرانس بیابان زایی سازمان ملل (UNCOD) پدیده بیابان زایی آینده بیش از ۷۸۵ میلیون نفر انسان ساکن در مناطق خشک را که معادل ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان می باشد را تهدید می کند. از این تعداد بین ۶۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر از طریق کاهش حاصلخیزی اراضی به طور مستقیم تحت تاثیر قرار می گیرند (فرمهبینی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۱). کویر میقان اراک در زمره مناطق نیمه خشک جهان محسوب می شود و بهره برداری های غیر اصولی در گذشته و تبخیر شدید، از توان تولید اکوسیستم های آن کاسته و بخش اعظم پوشش گیاهی آن رو به تخریب رفته است. کویر میقان دارای تغییرات فصلی و سالانه می باشد در زمستان و بهار که میزان بارندگی زیاد است سطح آن را آب گرفته و به دریاچه تبدیل می گردد و در تابستان به علت تبخیر شدید قشر نمکی سخت آن را می پوشاند و اشکال مختلف نمک را در سطح کویر بوجود می آورد. در اثر گسترش کویر میقان زمین های زراعتی روستاهای ویسمه و داود آباد و مبارک آباد و میقان در حال تبدیل شدن به بیابان و کویر<sup>۳</sup> می باشند. مساحت حوزه آبخیز تالاب میقان بیش از ۵۴۰۰ کیلومتر مربع است که با احتساب بارندگی ۲۶۱/۶ میلیمتر در سال، حجم نزولات جوی در حدود ۱/۴۳ میلیارد متر مکعب است. مساحت خود تالاب در حدود ۱۲۰ متر مکعب است که با محاسبه تبخیر ۱۶۰۰ میلیمتر در سال در حدود ۲۰۰ میلیون متر مکعب تبخیر سالانه آن می باشد. میزان بارش وارد شده به سطح تالاب

<sup>1</sup> Remote Sensing

<sup>2</sup> Hydro Geochemistry

<sup>3</sup> Desert

حدود ۳۲ میلیون متر مکعب است ، با محاسبه سر انگشتی مشخص می گردد چنانچه بخواهیم تالاب در وضعیت پایدار باقی بماند باید سالانه ۱۶۸ میلیون متر مکعب رواناب به تالاب وارد گردد. این شرایط در حالتی پیش می آید که نوع و مقدار بارندگی به شکلی باشد که بخش عظیمی از بارش به رواناب تبدیل و به تالاب و حوضه وارد گردد. وقوع دو دوره خشکسالی اخیر طی سال های ۱۳۷۹-۱۳۷۶ و سال های ۱۳۸۶-۱۳۸۰ باعث گردید که بخش عظیمی از آب موجود تالاب تبخیر و کمبود ناشی از رواناب آن جبران نگردد. این وضعیت تا کنون ادامه داشته است. اگرچه در بعضی از سال ها بارندگی افزایش داشته ولی تا کنون کاهش چشم گیر دوره های فوق جبران نشده است (ذوالفقاری ، ۱۳۸۵). بدین ترتیب در تالاب میقان خشکسالی در حال افزایش است و توسعه کویر را در آن شاهد می باشیم. برنامه ریزی کلان توسعه کشاورزی در آن نیازمند بررسی این فرایندها می باشد. آگاهی از نقش عوامل موثر بر بیابان زایی ، شناخت دقیق دلایل تخریب منابع زمینی ، پیش بینی توسعه کویر و چگونگی وقوع آن در دهه های آتی جهت ارائه روش های مناسب برای بهره برداری بهینه از محیط طبیعی ، سیاست گذاری و اتخاذ تصمیماتی جهت جلوگیری و کاهش پیشروی کویر میقان از اهمیت بالایی برخوردار است.

### ۱-۳- هدف تحقیق

با توجه به نقش منابع طبیعی در زندگی بشر ، لازم است اطلاع دقیقی از چگونگی این منابع و روند تغییرات آنها کسب گردد و نظارت بر روند تغییرات و دسترسی به آمار و اطلاعات به روز و به هنگام شده از عوامل کلیدی در برنامه ریزی ها ، تصمیم گیری ها و ابزار مدیریت در هر سازمانی می باشد (زهتابیان و طباطبائی ، ۱۳۷۸). در ایران مرکزی دریاچه های متعددی وجود دارند که در قلمرو خشک و نیمه خشک ، حوضه انتهایی محسوب می گردند این دریاچه های شور پلایا نامیده می شوند. آشکارسازی تغییرات کاربری در روند تهیه ارزیابی های به موقع و دقیق الگوهای گیاهی ، امکان مشاهده تفاوت ها و اختلاف های سری زمانی نوع پوشش سطح زمین بسیار حائز اهمیت است (میرزاخانی و همکاران ، ۱۳۹۱). هدف اصلی این مطالعه شناسایی حد پیشروی پلایای میقان اراک به کمک داده های هیدروژئوشیمی و تصاویر ماهواره ای در طی گذشت ۱۰ سال اخیر و همچنین آشکارسازی تغییرات در گستره ی فضایی پلایا در طی زمان می باشد. شیوه های تجزیه و تحلیل معمول و استاندارد تصاویر ماهواره ای در این بررسی مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه نشان داد که شیوه های آشکارسازی تغییرات را می توان برای ارزیابی محیط های پلایا نیز به کار گرفت. تجزیه و تحلیل داده های نشانگر تغییرات ، اطلاعاتی را ایجاد می کند که تشخیص سطح تغییرات چشم انداز را از نظر تشکیلات و ترکیبات پلایا ممکن می سازد. همچنین این اطلاعات عوامل به وجود آورنده که بیشترین فشار را در سراسر منطقه ی مورد مطالعه سبب شده اند را مشخص می نماید. اطلاعاتی که نشانگر تغییرات هستند برای برنامه ریزی در زمان حال نیز مفید می باشند. پس از شناسایی و تعیین میزان پیشروی پلایای میقان اراک در دوره زمانی مورد نظر به دنبال مهمترین عوامل در گسترش پلایای میقان اراک می گردیم با این فرضیه که عوامل انسانی از جمله تغییر کاربری ، تخریب مراتع و کشت و کار ناصحیح بیشترین سهم را در توسعه کویر دارند و پس از آن عوامل محیطی مانند افزایش شوری در ارتباط با کاهش بارندگی و افت سفره ها در رتبه بعدی قرار می گیرند. هدف نهایی از این مطالعه ، چاره جویی و ارائه



راهکارهایی به منظور جلوگیری یا حداقل امکان کاهش توسعه بیابان و کویر و نجات زمین های زراعی خواهد بود.

#### ۱-۴- روش تحقیق

برای انجام این تحقیق ابتدا از اطلاعات کتابخانه ای شامل کتب مربوطه ، مطالعات اینترنتی ، گزارشات ، مقالات و پایان نامه های مرتبط با موضوع پژوهش استفاده نموده و سپس با مطالعه آن ها تا حدودی از پیرامون منطقه مورد مطالعه و نحوه و روند کار در پژوهش های انجام شده مشابه در داخل و خارج از ایران و به ویژه در حوزه کاری مربوط به ما اطلاعات بدست می آوریم. به این ترتیب نحوه و روند پژوهش مشخص می گردد و مطابق با آن پیش خواهیم رفت. سپس به مطالعه نقشه زمین شناسی و توپوگرافی منطقه پرداخته و منطقه مورد پژوهش را به صورت کامل از نقطه نظر سازندهای موجود در منطقه ، مطالعات تکنیکی از جمله گسل ، درزه و ... بدست آوردن سطح مقطع منطقه ، نقاط ارتفاعی ، مطالعات سنگ شناسی و کانی شناسی و زمین شناسی در منطقه ، آبراهه ها و مطالعات سیستم آب زیرزمینی و سطحی منطقه و ... بررسی می نماییم. سپس تصاویر ماهواره ای Land Sat مربوط به حداقل ۱۰ سال اخیر را (۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳) بدست آورده و آن ها را مورد مطالعه قرار می دهیم لازم به ذکر است که برای تصاویر ماهواره ای از سال ۲۰۰۴ به بعد از محیط Google Earth و قسمت History آن استفاده می نماییم و سپس با استفاده از نرم افزار ENVI 4.5 باندهای هر تصویر را یکپارچه کرده و بعد از خواندن آنها با انواع ترکیبات باندی (۵۳۱) و (۷۴۲) خروجی TIFF گرفته و در ARC GIS باز می کنیم. حال تصاویر ماهواره ای مربوط به سال های مختلف را با هم مقایسه نموده و مساحت تغییرات موجود بین تصاویر ماهواره ای را در محیط نرم افزار ARC GIS بدست آورده و تفاوت ها و تغییرات میان این تصاویر ماهواره ای را بررسی می کنیم و با استفاده از این تصاویر ماهواره ای مشاهده می نماییم که در این فاصله زمانی انتخاب شده ، منطقه مورد مطالعه ما به مرور زمان به چه میزان تغییر کرده است. در مرحله بعد داده های کیفی و کمی چاه ها و قنوت و همچنین آب های سطحی مربوط به دشت اراک در دوره زمانی حداقل ۱۰ سال آماری را از سازمان مدیریت منابع آب کشور بدست آوردیم. با مطالعه این داده ها با استفاده از نرم افزارهای آماری مانند Statistica و همچنین نرم افزار Surfer میزان پیشروی و افزایش شوری را در طی زمان بدست می آوریم. سپس این دو دسته داده را با هم تلفیق کرده و میزان پیشروی کویر میقان اراک را در دوره زمانی حداقل ۱۰ سال آماری اخیر مشخص می نماییم و با استفاده از اطلاعات بدست آمده میزان پیشروی در آینده را تعیین نموده و راهکارهای مقابله با این پدیده را ارائه خواهیم کرد.

#### ۱-۵- سابقه تحقیق

در این بخش به مرور کارهای انجام شده مشابه با پژوهش خود در داخل و خارج از ایران به خصوص در منطقه میقان اراک می پردازیم.

\* شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک فلات ایران، بهره گیری از منابع آب زیرزمینی را ایجاب می کند. اما کاهش سطح آب زیرزمینی به دلیل حفر متعدد چاه های آب، منجر به افزایش هدایت الکتریکی آب چاه ها و افزایش شوری آن ها گردیده است. بنابراین در این تحقیق، میزان شوری منابع آب زیرزمینی در ۶۲ حلقه چاه آبیاری دشت مشهد در بازه زمانی ۱۳۸۰ الی ۱۳۹۰ و میزان تاثیر آن بر بیابان زایی بررسی شده است. بدین منظور میزان شوری این منابع از نقطه نظر پارامترهای مواد جامد محلول (TDS)، هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR) و سدیم (Na) با استفاده از روش انترپولاسیون وزندهی معکوس فاصله (IDW) در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. در نهایت از طریق روش تلفیق خطی وزندهی (WLC)، مناطق با درجات شوری مختلف از برآیند این چهار پارامتر بدست آمده است. لذا در نواحی خروجی دشت، افزایش روند بیابان زایی و شوری خاک به چشم می خورد. شاید بتوان از دلایل عمده این امر، برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی شیرین و پیشروی آب های شور و بافت زیر خاک این نواحی برشمرد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۱).

\* تالاب ها به عنوان گستره هایی متعادل کننده، عوامل آب و هوایی و زیستی یک منطقه را تحت تاثیر قرار می دهند. تاثیر متقابل فعالیت های انسانی و عوامل اقلیمی در پایداری و بقاء این گستره ها حائز اهمیت می باشد. محدوده وسیعی از کشور عزیزمان ایران به لحاظ آب و هوایی و بارش جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می گردد و یکی از مهمترین مولفه های توسعه پایدار در این مناطق وجود آب و تضمین تامین آن برای بخش های مختلف مصرف کننده می باشد. پارامترهای مختلفی در تامین و تضمین آب مورد نیاز این مناطق موثر است که از جمله مهمترین آن ها می توان به نابسامانی در میزان بارش و یا وقوع پدیده خشکسالی اشاره نمود. در طی سال های اخیر استفاده روزافزون از منابع آبی و وقوع پدیده خشکسالی تاثیرات متفاوتی را بر تالاب ها نهاده است. در این مقاله به بررسی اثرات خشکسالی در حوضه آبریز کویر میقان به عنوان یکی از حوضه های مهم کشور که در ناحیه نیمه خشک واقع شده، پرداخته شده است. برای این منظور با استفاده از آمار بارندگی ثبت شده در ایستگاه های هواشناسی واقع در سطح حوضه، طی دوره ای ۴۰ ساله و با استفاده از شاخص های مهم ارزیابی خشکسالی، از جمله شاخص خشکسالی بارندگی استاندارد شده (SPI)، پدیده خشکسالی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان می دهد که شدیدترین دوره خشکسالی به وقوع پیوسته طی دوره آماری ۴۰ ساله مورد مطالعه، سال های آبی ۱۳۷۶-۱۳۷۵ لغایت ۱۳۷۹-۱۳۷۸ بوده است. بروز خشکسالی هواشناسی در طی سال های متوالی باعث بروز خشکسالی هیدرولوژیکی در سطح منطقه شده به طوری که میزان جریان آب رودخانه ها در این مدت کاهش شدیدی یافته است. ارقام آبدهی رودخانه کرهرود در محل ایستگاه هیدرومتری کرهرود در طی سال های بروز خشکسالی هواشناسی در سطح منطقه نشان می دهد تداوم و شدت خشکسالی هیدرولوژیکی در سطح منطقه بیشتر از خشکسالی هواشناسی می باشد. این موضوع علاوه بر کاهش جریان های ورودی به تالاب میقان، باعث شده تا میزان تغذیه سفره های آب زیرزمینی نیز از این منابع کاهش شدیدی داشته باشد. با توجه به این موضوع و اثراتی که خشکسالی بر منابع آب سطحی و زیرزمینی این منطقه دارد، باید برنامه جامعی

جهت استفاده پایدار از منابع آبی مد نظر قرار گیرد تا در درازمدت شاهد چالش های جدی در این منطقه نباشیم (مرادی و همکاران ، ۱۳۹۱).

\* افزایش روزافزون گازهای گلخانه ای و اثرات آن بر روی افزایش دما مساله ای است که امروز به شدت انسان را در تنگنای تغییر اقلیم قرار داده است. در این تحقیق با استفاده از داده ۵ ایستگاه هواشناسی واقع در حوضه میقان طی دوره آماری ۳۸ ساله ، از سال ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۸ و بهره مندی از نرم افزارهای متداول بخشی از داده ها بازسازی و آنگاه با انواع توزیع های آماری برازش داده شده است. نتایج نشان داد که در اکثر ایستگاه های واقع در این حوضه آبخیز اقلیم به سمت خشکی تغییر نموده ، به طوری که سه دوره خشکی بر اساس شاخص نمره Z بترتیب در سال های ۱۳۶۵ تا ۱۳۶۹ ، ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۸ ، ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ مشاهده می گردد. متوسط دمای ایستگاه اراک طی دوره آماری ۵۰ ساله ۱۳/۹ درجه سانتی گراد می باشد که سه دوره انحراف از نرمال در آن دیده می شود. در دوره سوم طی دهه اخیر از ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ دمای هوا به میزان ۰/۹ درجه سانتی گراد گرمتر از دوره بلند مدت بوده است ، که همین امر سبب کاهش تعداد بارش برف از متوسط ۱۳ مورد در سال به ۶ مورد در سال شده است. افزایش دما از یک طرف باعث افزایش تبخیر و از سویی دیگر باعث کاهش تعداد بارش برف و عدم ذخیره آب ناشی از ذوب برف و یا حتی رواناب گردیده است. در مجموع عوامل اقلیمی از جمله افزایش دما ، کاهش میزان بارش و عوامل انسانی و اکولوژیکی از مهمترین عواملی هستند که نقش بسیار کلیدی و مهم در خشک شدن تالاب میقان ایفا نموده است (امیدی و همکاران ، ۱۳۹۱).

\* این پژوهش بر اساس روش ارائه شده توسط سازمان فائو - یونپ (۱۹۸۴) و نسخه ویژه انستیتوی تحقیقات بیابان کشور ترکمنستان انجام گرفت. در بررسی وضع موجود بیابانی شدن در واحدهای اراضی همگن و تحت شیوه های مختلف مدیریتی ، هر کدام از فرایندهای بیابان زایی مورد بررسی و پایش قرار گرفتند. برای ارزیابی پوشش گیاهی ، خصوصیات اکولوژیکی محل شامل ترکیب گونه های گیاهی ، گیاهان بومی ، اندازه گیاهان ، مراحل رشد و میزان پوشش گیاهی به روش چشمی تعیین گردید. همچنین اندازه گیری تولید گیاهان به روش قطع و توزین انجام شد. در محل استقرار ترانسکت ها وضعیت خاک سطحی ، پستی و بلندی ، شنی و سنگلاخی بودن ، علائم فرسایش آبی و بادی ، شوری خاک ، شدت و خصوصیات کمی آنها مطالعه گردید. جهت برآورد فشار انسانی بر بیابانی شدن فاکتورهای جمعیت و تغییرات آن ، تراکم نقاط مسکونی ، تغییرات سطح زیر کشت اراضی آبی و دیم ، سطح زیر کشت و عملکرد محصولات عمده و تغییرات آن در فاصله زمانی ۱۰ ساله مطالعه شدند. شاخص های کمی برای انواع مختلف بیابان زایی در گروه های وضع موجود ، گرایش بیابانی شدن ، مخاطرات داخلی و فشار جانوران در محیط طبیعی تحت عنوان جنبه های بیابان زایی قرار داده شدند. نهایتا پس از تعیین شاخص های کمی برای ارزیابی ، تصاویر ماهواره ای به طریق چشمی تفسیر گردید و پس از بازبینی و کنترل های صحرائی اصلاحات لازم صورت پذیرفت و نقشه بیابانی شدن در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ مطابق روش انستیتوی بیابان کشور ترکمنستان در محیط نرم افزاری Arc view و Arc info تهیه و ارائه گردیده است. نتیجه بررسی های انجام شده در این پژوهش نیز نشان می دهد ۷۸ درصد از منطقه مورد بررسی در معرض بیابانی شدن تحت تاثیر فرایندهای مختلف بیابانی شدن با شدت های مختلف قرار دارد.

فرایند بیابانی شدن با درجه شدید با  $31/2$  درصد ( $5259/9$  کیلومتر مربع) وسعت منطقه بیشترین گسترش را به خود اختصاص داده است. بیابانی شدن با شدت متوسط با  $26/1$  درصد ( $4397/8$  کیلومتر مربع)، با شدت جزئی (ناچیز) با  $12/9$  درصد ( $2161/9$  کیلومتر مربع) و با شدت خیلی شدید با  $0/8$  درصد ( $1338/6$  کیلومتر مربع) در ردیف های بعدی قرار دارند. فقط در سطحی معادل  $9/3$  درصد ( $1572/1$  کیلومتر مربع) از کل سطح منطقه فاقد هرگونه آثار و ظواهر بیابانی شدن هستند که عمدتاً مناطق جنگلی یا مرتعی با پوشش مناسب، دره های سرسبز کوهپایه ای، مناطق پوشیده از باغات و یا مناطق مستعد کشاورزی است. در مجموع حدود  $12/7$  درصد ( $2131$  کیلومتر مربع) از منطقه جزء اراضی نامناسب (بیابان های طبیعی) از نظر کشاورزی و با پوشش بسیار اندک می باشند که در تپه ماهورهای سیستم کوه های کپه داغ شرقی (در شمال شهرستان بجنورد)، اراضی شور جنوب شهرستان اسفراین و شوره زارها و شن های روان، شهرستان جاجریم را شامل می شوند (گریوانی، ۱۳۹۱).

\* بیابان زایی معضلی جهانی بوده و اغلب کشورهای خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران با این پدیده مواجه می باشند. این پدیده فرایندی است که به تدریج توسعه و تشدید یافته و هزینه های اصلاح آن به شکل تصاعدی افزایش می یابد، بنابراین شناسایی و ارزیابی عوامل موثر در بیابانزایی و تعیین مناطق مبتلا به این معضل از ضروریات امر در هر منطقه می باشد. یکی از این عوامل موثر در بیابانزایی فرسایش بادی است که در این تحقیق با استفاده از روش فائو و یونپ در حوضه آبخیز کویر میقان بررسی شد. دوره زمانی ارزیابی یک دوره ۲۰ ساله ( $1387 - 1368$ ) و با استفاده از قدیمیترین اطلاعات، عکس هوایی و تصاویر ماهواره ای موجود از سنجنده MSS بود. برای ارزیابی فرایند فرسایش بادی چندین شاخص در نظر گرفته شد و با برداشت های میدانی و مطالعات کتابخانه ای شاخص های منتخب ارزیابی و امتیازدهی شدند. چهار کلاس ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید جهت تفکیک درجات بیابان زایی در نظر گرفته شده و فرایند فرسایش بادی از سه جنبه وضعیت کنونی در مقایسه با سال های ابتدایی دوره زمانی تحقیق، سرعت (میزان تخریب در واحد زمان) و استعداد طبیعی بیابان زایی (آسیب پذیری ذاتی و طبیعی) بررسی شد. بررسی نتایج نشان داد که در حوضه آبخیز کویر میقان از دیدگاه وضع موجود بیابانی شدن عمده اراضی در کلاس ناچیز قرار داشته ( $56\%$ ) و کلاس های متوسط و شدید به ترتیب ۲۲ و ۱۹ درصد سطح اراضی را به خود اختصاص داده اند. شسته شدن خاک و نمایان شدن ریشه گیاهان و کاهش ضخامت خاک از عوامل اصلی تشخیص طبقات بیابان زایی از جنبه وضع موجود بود. وجود پوشش نسبتاً مناسب گیاهان مرتعی در ارتفاعات و وسعت اراضی زراعی علت کاهش حساسیت اراضی به فرسایش بادی در بسیاری از مناطق حوضه آبخیز کویر میقان در وضع موجود می باشد. از جنبه سرعت، میزان بیابان زایی اراضی شدیدتر تعیین شده و به ترتیب ۴۱، ۳۱ و ۲۴ درصد اراضی در کلاس های ناچیز، متوسط و شدید بیابان زایی قرار گرفتند. توسعه مناطق فرسوده و افزایش حجم خاک تلف شده علت افزایش بیابان زایی از جنبه سرعت بود. چرای مفرط دام ها در اراضی مرتعی و کاهش تاج پوشش گیاهی نسبت به سال های گذشته زمینه فرسایش بادی را در سطح اراضی حوضه مورد مطالعه فراهم نموده است. از جنبه استعداد بیابانی شدن نیز به ترتیب ۲۷، ۲۵ و ۲۴ درصد اراضی در کلاس های ناچیز، متوسط و شدید بیابان زایی قرار گرفتند. وسعت اراضی مسطح و دشتی در مرکز حوضه و وزش بادهای