

فهرست مطالب

۱- فصل اول (مقدمه).....	۱
۱-۱- علل کاهش ارتفاع و مساحت دریاچه ارومیه.....	۷
۱-۲- اثرات مهم خشکی دریاچه در منطقه.....	۸
۱-۳- اهداف تحقیق.....	۱۲
۲- فصل دوم (بررسی منابع).....	۱۴
۲-۱- استفاده از سنجش از راه دور در تخمین مکانی شوری خاک.....	۱۵
۲-۲- روشهای ژئواستاتیک در تخمین مکانی شوری خاک.....	۱۷
۲-۳- کالیبراسیون دادههای صحرائی شوری خاک.....	۲۱
۲-۴- استفاده از دادههای نامطمئن در تخمین شوری خاک.....	۲۷
۲-۵- تئوری و فرمولبندی روش انتروپی حداکثر اریب (BME).....	۳۰
۲-۵-۱- پارادایم عمومی تخمین مکانی.....	۳۰
۲-۵-۲- تعریف دادههای مطمئن و نامطمئن.....	۳۰
۲-۵-۳- چهارچوب عمومی BME.....	۳۲
۲-۵-۴- شرطی کردن اریب.....	۳۹
۲-۶- روش انتروپی حداکثر اریب برای متغیرهای پیوسته.....	۴۲
۲-۶-۱- مرحله اول: حداکثر کردن انتروپی.....	۴۲
۲-۶-۲- مرحله نهائی: شرطی کردن اریب با دانش اختصاصی K_s	۴۴
۲-۶-۳- تخمین با روش انتروپی حداکثر اریب.....	۴۸
۲-۷- کریجینگ و روش انتروپی حداکثر اریب.....	۵۱
۲-۷-۱- کریجینگ به عنوان یک مورد ویژه از روش انتروپی حداکثر اریب.....	۵۲
۲-۷-۲- مزایای BME نسبت به کریجینگ.....	۵۳
۳- فصل سوم (مواد و روش ها).....	۵۶

- ۳-۱- تشریح وضعیت عمومی منطقه..... ۵۷
- ۳-۱-۱- موقعیت و وسعت..... ۵۷
- ۳-۱-۲- آب و هوا و رژیم های رطوبتی و حرارتی خاک..... ۵۸
- ۳-۱-۳- زمین شناسی..... ۵۹
- ۳-۱-۴- منابع آب..... ۶۱
- ۳-۱-۵- نباتات زراعی و گیاهان بومی..... ۶۱
- ۳-۲- مطالعه خاک های منطقه..... ۶۲
- ۳-۲-۱- اطلاعات موجود..... ۶۲
- ۳-۲-۲- مراحل انجام کار صحرائی..... ۶۲
- ۳-۲-۳- پروفیل های خاک..... ۶۳
- ۳-۲-۴- رده بندی خاکها..... ۶۵
- ۳-۳- تهیه نقشه شوری خاک با روش BME..... ۶۵
- ۳-۳-۱- طراحی الگوی نمونهبرداری..... ۶۵
- ۳-۳-۲- دادههای مربوط به متغیر هدف (K_s)..... ۶۶
- ۳-۳-۳- دادههای مربوط به اطلاعات عمومی منطقه مطالعاتی (K_G)..... ۷۰
- ۳-۳-۴- روش های ارزیابی و مقایسه نتایج..... ۷۱

۴- فصل چهارم (نتایج و بحث)..... ۷۲

- ۴-۱- پیشبینی تغییرات مکانی شوری خاک..... ۷۳
- ۴-۱-۱- بررسی وضعیت پراکنش مکانی دادههای شوری خاک..... ۷۴
- ۴-۱-۲- همبستگی بین اندازهگیریهای شوری خاک در صحرا با نتایج آزمایشگاهی..... ۸۵
- ۴-۱-۳- بررسی تغییرات شوری خاک بین زمانهای مورد بررسی..... ۹۰
- ۴-۱-۴- برازش توابع واریوگرام- کوواریانس بر روی دادههای شوری..... ۹۹
- ۴-۱-۵- تخمین شوری خاک با استفاده از مدل‌های واریوگرامی- کوواریوگرامی برازش شده..... ۱۰۸

- ۱-۴-۶- تخمین شوری خاک با روش انتروپی حداکثر اریب ۱۱۱
- ۱-۷-۴- پایش مرز تغییرات شدید شوری خاک ۱۲۲
- ۱-۸-۴- تخمین عدم قطعیت همراه با مرز تغییرات شوری با روش انتروپی حداکثر اریب ۱۲۵
- ۲-۴- مطالعه و بهروز رسانی اطلاعات خاکهای منطقه ۱۲۸
- ۱-۲-۴- نقشه زمینشناسی منطقه ۱۲۸
- ۲-۲-۴- تهیه نقشه ژئومورفولوژی منطقه ۱۳۰
- ۳-۲-۴- رده بندی خاکهای منطقه ۱۳۲
- ۴-۲-۴- بهروزنمایی نقشه خاک منطقه ۱۳۶
- ۴-۲-۵- نقش دریاچه ارومیه در تکامل خاکها ۱۵۹

۵- فصل پنجم (جمع بندی) ۱۶۸

۶- فصل ششم (منابع) ۱۸۱

فهرست جداول

- جدول ۱-۲- معادلات مربوط به انترویی با توجه به محدودیت ها ۳۶
- جدول ۱-۳- برخی از فراوانترین گونه های گیاهی بومی موجود در منطقه جنوب دشت ارومیه..... ۶۱
- جدول ۱-۴- خلاصه آماری اندازهگیریهای صحرایی و آزمایشگاهی برای نمونههای خاک سطحی و زیرسطحی. ۷۵
- جدول ۲-۴- پارامترهای مربوط به مقایسه مدل‌های مختلف رگرسیونی در برازش بهترین مدل تخمین شوری خاک از روی دادههای صحرایی برای سری اول دادهها. ۸۷
- جدول ۳-۴- پارامترهای مربوط به مقایسه مدل‌های مختلف رگرسیونی در برازش بهترین مدل تخمین شوری خاک از روی دادههای صحرایی برای سری دوم دادهها. ۸۹
- جدول ۴-۴- مقادیر کمی روشهای مقایسه ارزیابی دقت BME با استفاده از دادههای نامطمئن احتمالی..... ۱۱۸
- جدول ۵-۴- روشهای کمی مقایسه سه روش مختلف تخمین شوری خاک در بهار ۸۹..... ۱۲۰
- جدول ۶-۴- روشهای کمی مقایسه خطای مختلف مورد استفاده در تخمین شوری خاک در پائیز ۸۹ (سری سوم داده ها).
..... ۱۲۱
- جدول ۷-۴- رده بندی پروفیل های خاک مشاهداتی در منطقه در حد فامیل خاک..... ۱۳۳
- جدول ۸-۴- نتایج برخی آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۳..... ۱۵۵
- جدول ۹-۴- نتایج آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۱۴..... ۱۵۵
- جدول ۱۰-۴- نتایج آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۴..... ۱۵۶
- جدول ۱۱-۴- نتایج آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۸..... ۱۵۶
- جدول ۱۲-۴- نتایج آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۱..... ۱۵۷
- جدول ۱۳-۴- نتایج آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۶..... ۱۵۷
- جدول ۱۴-۴- نتایج آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۲..... ۱۵۸
- جدول ۱۵-۴- نتایج آنالیزهای مرفولوژیکی و آزمایشگاهی پروفیل شماره D۰۴..... ۱۵۸

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- اطلاعات ارتفاعی دریاچه ارومیه در طول ۱۰۰ سال گذشته. ۳
- شکل ۲-۱- مساحت تخمینی دریاچه ی ارومیه از روی تصاویر ماهواره لندست بین سالهای ۱۹۶۳-۲۰۱۱. ۴
- شکل ۳-۱- تصاویر ماهواره‌ی لندست از دریاچه‌ی ارومیه مربوط به سالهای ۵
- شکل ۴-۱- تصاویر ماهواره‌ی لندست از دریاچه ارومیه مربوط به سالهای ۶
- شکل ۱-۲- طرح عمومی چهارچوب BME. ۳۳
- شکل ۲-۲- نمایش شماتیک روش BME. در نقشه داده‌ها، علامت * به معنی داده دقیق و I داده‌های نامطمئن از ۵۰
- شکل ۱-۳- منطقه مورد مطالعه در جنوب دشت ارومیه ۵۸
- شکل ۲-۳- محل پروفیل های مورد مطالعه در جنوب دشت ارومیه. ۶۴
- شکل ۴-۳- موقعیت نقاط نمونه برداری شده برای مطالعه شوری خاک در منطقه مطالعاتی. ۶۷
- شکل ۵-۳- EC متر صحرانی مدل ۲۰۰ SENS Direct, Cone که برای اندازه گیری ۶۸
- شکل ۱-۴- هیستوگرام مربوط به داده‌های شوری خاک پائیز ۸۸. (الف): خاک سطح‌الارض، (ب): خاک تحت‌الارض. ۷۷
- شکل ۲-۴- موقعیت نقاط نمونه برداری بر اساس سیستم UTM ۷۸
- شکل ۳-۴- بخشی از منطقه مطالعاتی و خطی فرضی که اراضی شور را از غیر شور جدا می‌سازد. ۷۹
- شکل ۴-۴- هیستوگرام مربوط به داده‌های شوری در بهار ۸۹. ۸۱
- شکل ۵-۴- موقعیت نقاط نمونه برداری بر اساس سیستم ۸۳
- شکل ۶-۴- موقعیت نقاط نمونه برداری بر اساس سیستم ۸۴
- شکل ۷-۴- هیستوگرام مربوط به داده‌های شوری خاک سطح‌الارض. ۸۵
- شکل ۸-۴- همبستگی بین شوری خاک اندازه گیری شده در صحرا ۸۶
- شکل ۹-۴- همبستگی بین شوری خاک اندازه‌گیری شده در صحرا ۸۸
- شکل ۱۰-۴- هیستوگرام تغییرات شوری خاک بین بازه زمانی مورد مطالعه. ۹۱
- شکل ۱۱-۴- نقاط با تغییرات شدید (افزایش یا کاهش) در شوری خاک ۹۲

- شکل ۱۲-۴- مقدار مطلق تفاوت بین پائیز ۸۸ و بهار ۸۹..... ۹۳
- شکل ۱۳-۴- مقدار مطلق تفاوت بین پائیز ۸۸ و پائیز ۸۹..... ۹۵
- شکل ۱۴-۴- نقاط با تغییرات شدید (افزایش یا کاهش) در شوری خاک..... ۹۵
- شکل ۱۵-۴- مقدار مطلق تفاوت بین بهار ۸۹ و پائیز ۸۹..... ۹۶
- شکل ۱۶-۴- نقاط با تغییرات شدید (افزایش یا کاهش) در شوری خاک..... ۹۷
- شکل ۱۷-۴- تغییرات شوری خاک بین سه بازه زمانی مورد مطالعه. خاک سطح الارض (الف)، تحت الارض (ب)..... ۹۸
- شکل ۱۸-۴- مدل‌های کواریوگرامی برازش شده برای مقادیر اندازه‌گیری شده در پائیز ۸۸ (الف)، و بهار ۸۹ (ب)..... ۱۰۱
- شکل ۱۹-۴- موقعیت نقاط نمونه برداری بر اساس سیستم..... ۱۰۴
- شکل ۲۰-۴- مدل‌های واریوگرامی برازش شده بر روی داده‌های هفت سال SAR آب‌یرزمینی دشت ارومیه..... ۱۰۵
- شکل ۲۱-۴- واریوگرام برازش شده بر روی داده‌های SAR آب زیرزمینی..... ۱۰۶
- شکل ۲۲-۴- واریوگرام برازش شده بر روی داده‌های SAR آب‌یرزمین..... ۱۰۷
- شکل ۲۳-۴- تخمین شوری خاک با تخمینگر کریجینگ تنها با استفاده از..... ۱۰۹
- شکل ۲۴-۴- تخمین شوری خاک با تخمینگر کریجینگ تنها با استفاده از..... ۱۱۰
- شکل ۲۵-۴- لایه شوری خاک مستخرج از نقشه خاک موجود (الف)، لایه شوری..... ۱۱۲
- شکل ۲۶-۴- هیستوگرام مربوط به همبستگی بین کلاس‌های شوری نقشه خاک..... ۱۱۳
- شکل ۲۷-۴- هیستوگرام تفاضل داده‌های صحرائی و آزمایشگاهی و تابع تراکم..... ۱۱۶
- شکل ۲۸-۴- (الف) روش انتروپی حداکثر اریب با استفاده از داده‌های مطمئن..... ۱۱۹
- شکل ۲۹-۴- مرز بین اراضی شور و غیر شور در زمان‌های مورد مطالعه..... ۱۲۳
- شکل ۳۰-۴- عدم قطعیت ناشی از تخمین مرز شوری خاک برای بهار ۸۹..... ۱۲۷
- شکل ۳۱-۴- نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ موجود برای منطقه جنوب دشت ارومیه..... ۱۲۹
- شکل ۳۲-۴- لایه ی زمین شناسی تهیه شده برای منطقه مطالعاتی..... ۱۳۰
- شکل ۳۳-۴- نقشه ژئومورفولوژیکی منطقه ی مطالعاتی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰..... ۱۳۱
- شکل ۳۴-۴- نقشه خاک بازبینی شده ی منطقه ی مطالعاتی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰..... ۱۳۷

فصل اول

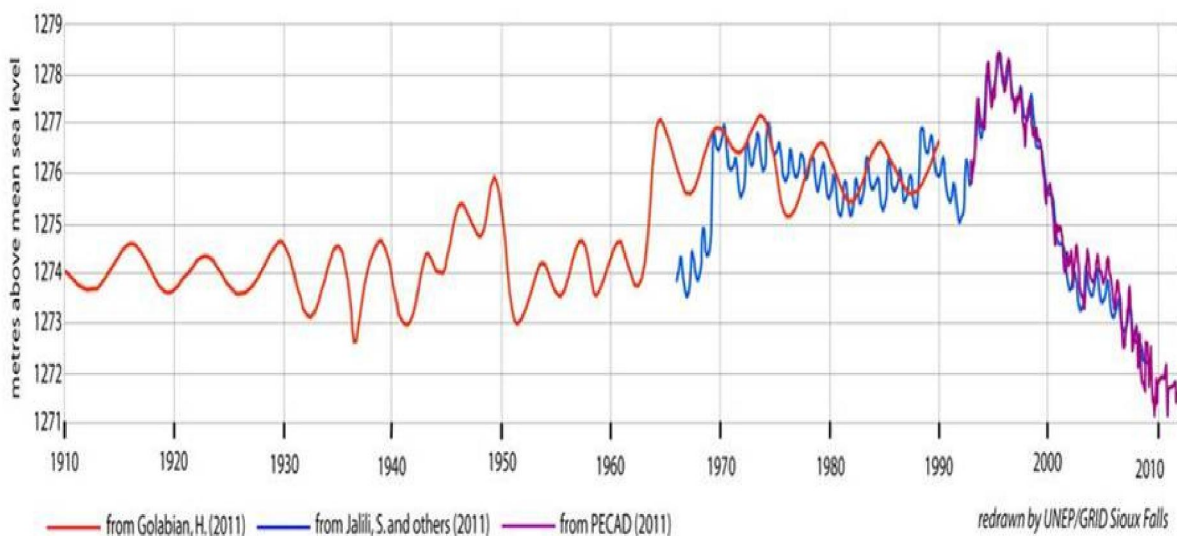
(مقدمه)

دریاچه ارومیه، واقع در شمال غرب کشور ایران، یکی از بزرگترین دریاچه‌های شور جهان و بزرگترین دریاچه شور در خاورمیانه است [۱۴۲، ۷۶، ۶۱]. گستردگی این دریاچه در دوره‌های پرباران، از شمال به جنوب بالغ بر ۱۴۰ کیلومتر و پهنای آن از شرق به غرب به ۸۵ کیلومتر می‌رسد [۶۸]. دریاچه ارومیه زیستگاه فصلی مهمی برای بسیاری از گونه‌های پرندگان مهاجر می‌باشد و حدود ۲۰۰ گونه از پرندگان از جمله پلیکان‌ها و فلامینگوها در دریاچه ارومیه و اطراف آن به ثبت رسیده‌اند.

حوزه آبریز دریاچه ارومیه منطقه کشاورزی مهمی است که جمعیتی در حدود ۶/۴ میلیون نفر را در خود جای داده است [۱۱۸]. تخمین زده شده است که در گذشته مساحت دریاچه ارومیه به بزرگی ۶۱۰۰ کیلومتر مربع بوده است ولی از سال ۱۹۹۵ میلادی، این سطح به تدریج کاهش یافته است [۴۴].

کاهش در ارتفاع و مساحت دریاچه ارومیه بیشتر به دلایلی چون برداشت بی‌رویه آب از رودخانه‌های منتهی به دریاچه برای کشاورزی، کاهش بارندگی و افزایش تعداد سدهائی است که بر مسیر رودخانه‌های دریاچه زده شده‌اند، صورت گرفته است [۵۲]. داده‌های ارتفاعی ماهواره‌ای نشان داده‌اند که در طول ۴۰ سال گذشته، بالاترین عمق آب دریاچه مربوط به سال ۱۹۹۵ بوده است (شکل ۱-۱) [۶۸] و این منطبق بر یافته‌های حسن‌زاده و همکاران [۶۱] می‌باشد که ارتفاعی معادل ۱۲۷۸ متر بالاتر از سطح دریا را برای زمان مشابه گزارش کرده‌اند. بنابر

این اطلاعات، از سال ۱۹۹۵ به بعد به صورت پیوسته عمق آب دریاچه کاهش یافته به طوری که این کاهش آب در ۲۰۱۱ در مقایسه با ۱۹۹۵، تقریباً ۷ متر بوده است.

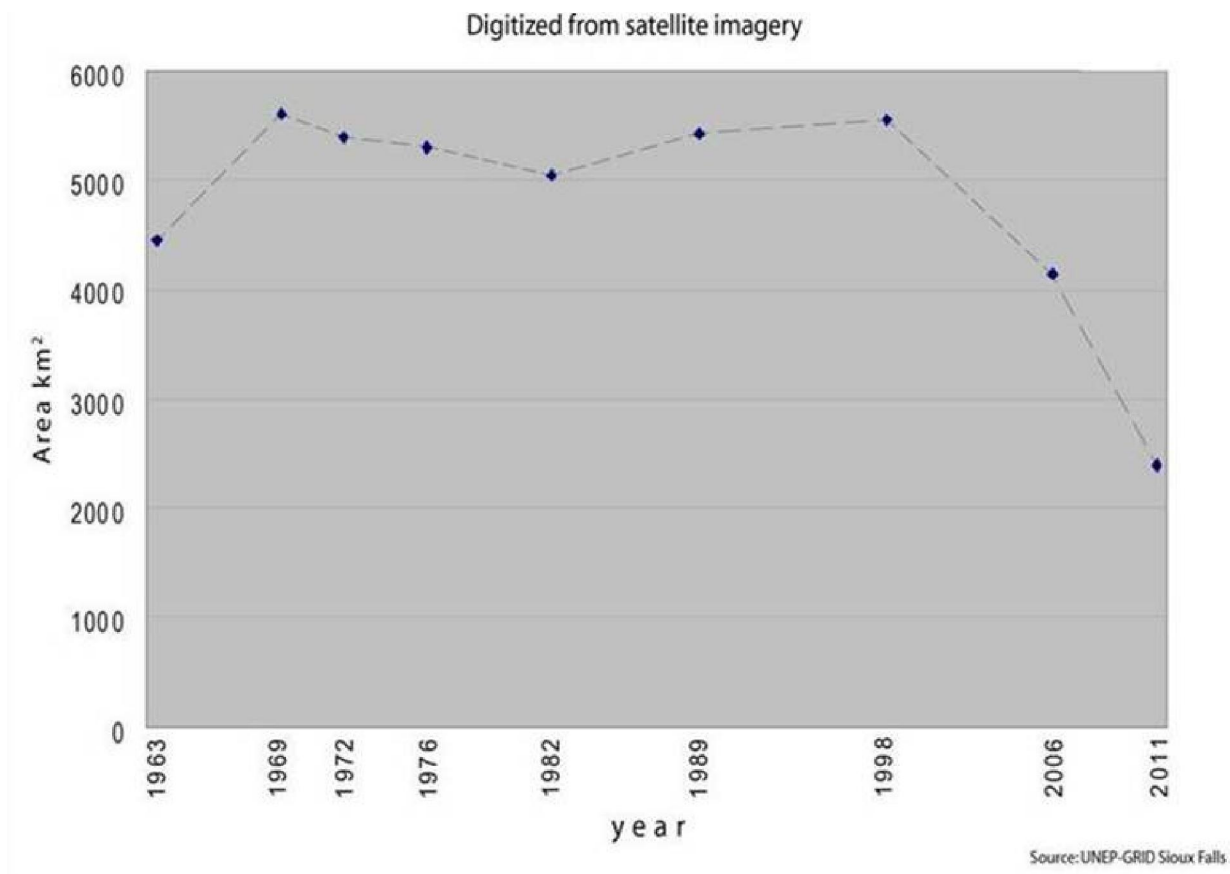


شکل ۱-۰۱- اطلاعات ارتفاعی دریاچه ارومیه در طول ۱۰۰ سال گذشته. منبع: UNEP-GRID Sioux Falls.

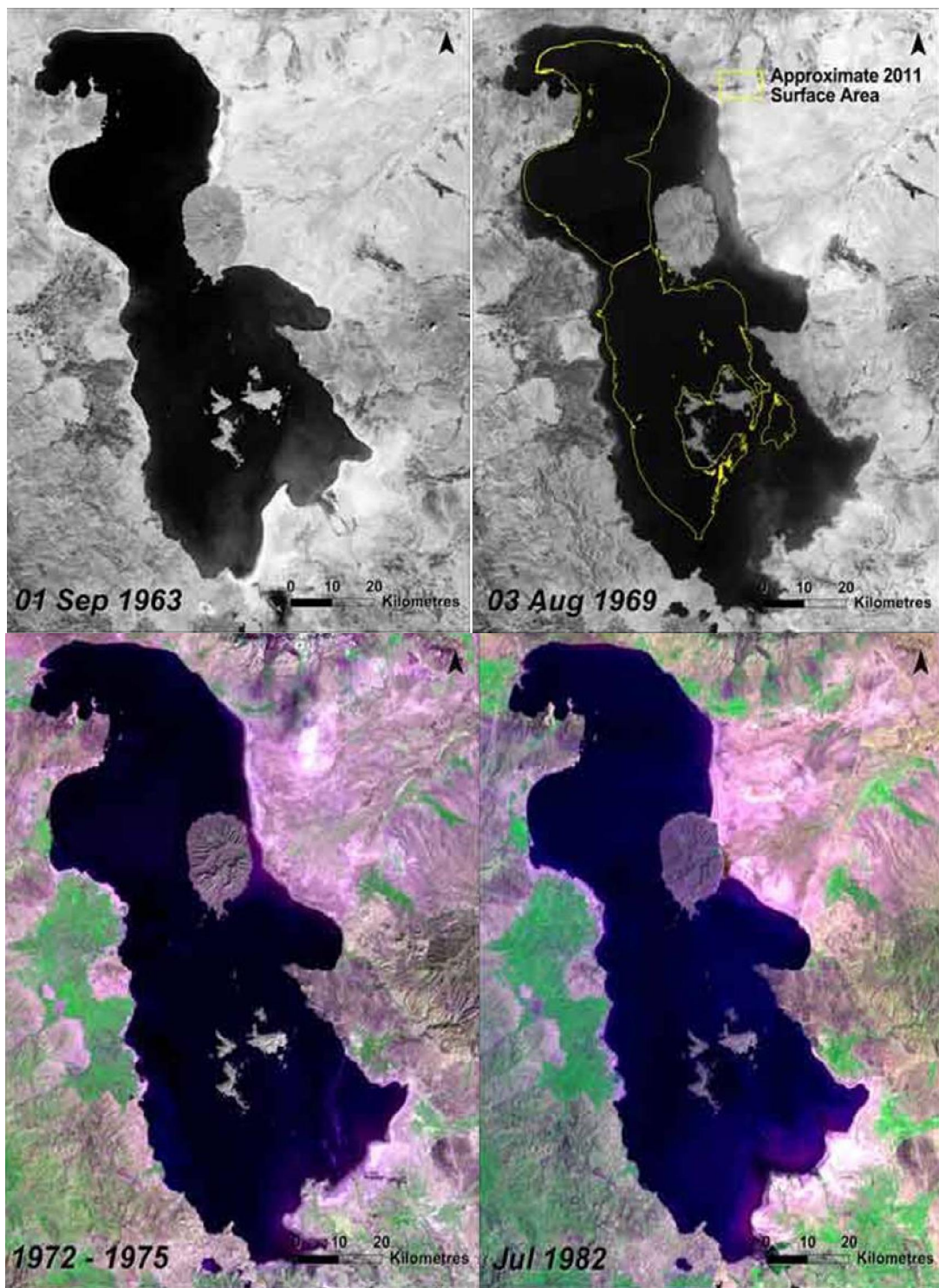
از آنجایی که دریاچه به طور نسبی کم ارتفاع است، این کاهش در ارتفاع آب، منجر به کاهش مساحت کل دریاچه نیز شده است (شکل ۱-۲). تصاویر ماهواره‌ای مربوط به دهه ۶۰ میلادی نشان می‌دهند که در سال ۱۹۶۳ دریاچه ارومیه مساحت کوچکتری داشت و این سطح در سال ۱۹۶۹ به ۶۰۰۰ کیلومتر مربع افزایش یافت و تا حدود سال ۱۹۹۵ نسبتاً پایدار باقی ماند ولی پس از آن زمان تاکنون سطح دریاچه با سرعت نسبتاً زیادی کاهش یافته است (شکل ۱-۳ و شکل ۱-۴). در حال حاضر ارتفاع دریاچه به ۱/۵ متر رسیده است و این پائین‌ترین سطح در طول ۱۰۰ سال گذشته است.

اگر روند خشک شدن دریاچه به این شکل ادامه یابد، انتظار می‌رود که در دهه‌های آینده به طور کامل خشک شود و پهنه وسیعی از اراضی شور برجای بماند. با خشک شدن دریاچه،

میکروکلیمای منطقه به احتمال زیاد تحت تاثیر قرار خواهد گرفت، فرسایش بادی منجر به شور شدن بخش عظیمی از اراضی اطراف دریاچه خواهد شد، تعداد زیادی از مردم که زندگی وابسته به کشاورزی دارند در اثر خشک شدن اراضی کشاورزی بیکار شده و مشکلات اقتصادی و اجتماعی زیادی ایجاد خواهد شد.

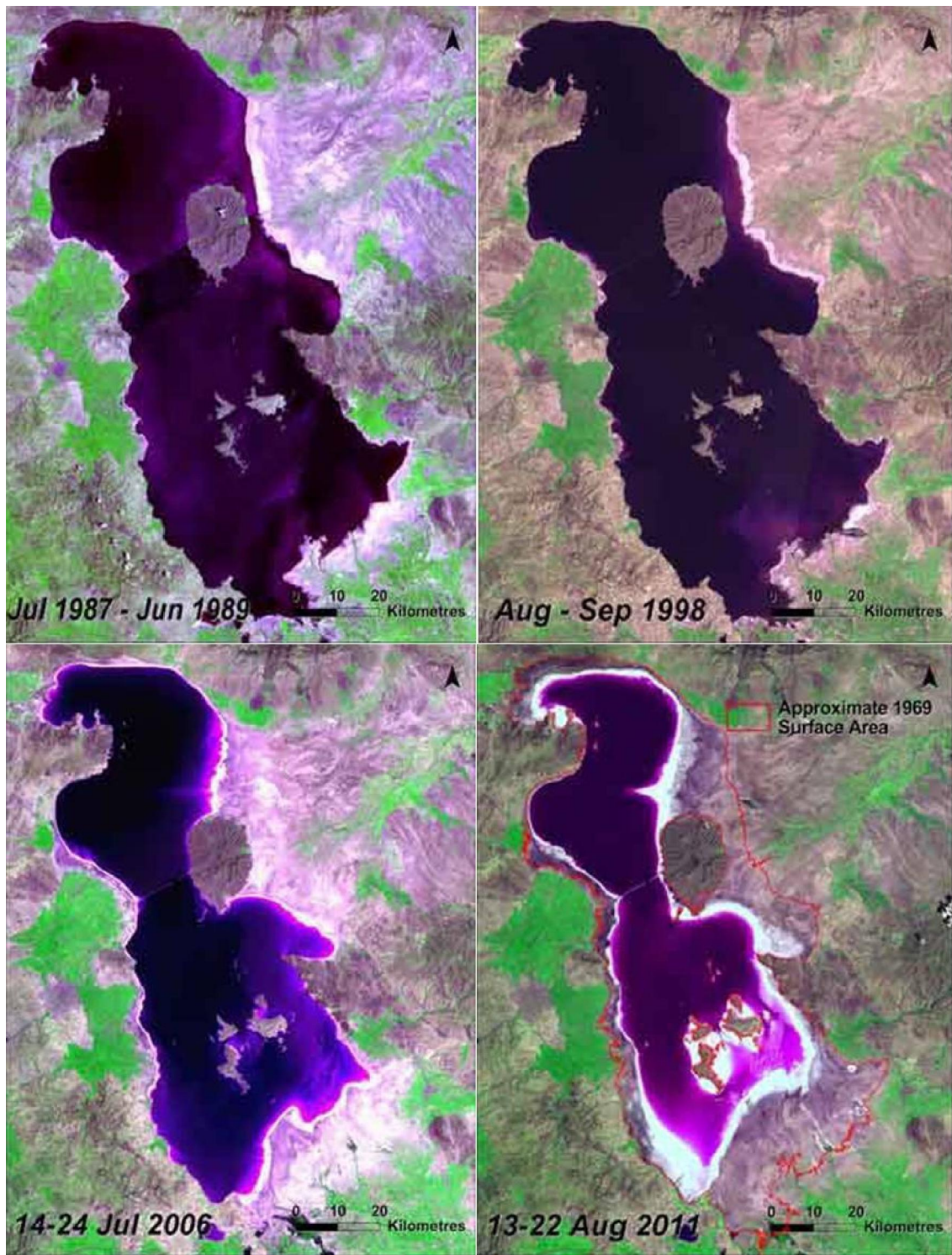


شکل ۱-۲۰- مساحت تخمینی دریاچه ی ارومیه از روی تصاویر ماهواره لندست بین سالهای ۱۹۶۳-۲۰۱۱. منبع: UNEP-GRID Sioux Falls



شکل ۱-۳- تصاویر ماهواره‌ی لندست از دریاچه‌ی ارومیه مربوط به سال‌های ۱۹۶۳، ۱۹۶۹، ۱۹۷۵ و ۱۹۸۲. منبع:

UNEP-GRID Sioux Falls



شکل ۱-۴- تصاویر ماهواره‌ی لندست از دریاچه ارومیه مربوط به سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۸، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱. منبع: UNEP-

.GRID Sioux Falls

۱-۱- علل کاهش ارتفاع و مساحت دریاچه ارومیه

از آنجائی که دریاچه ارومیه دریاچه‌ای بسته است، تنها راهی که آب می‌تواند از آن خارج شود، از طریق تبخیر است. بنابراین اگر عمق آب دریاچه کم شود، یا به دلیل افزایش تبخیر و تعرق، و یا، کاهش ورود آب به آن است. زرينه رود بزرگترین منبع آبی در بین دیگر ۱۳ رودخانه منتهی به دریاچه ارومیه می‌باشد [۵۰]. سایر منابع آبی دریاچه شامل بارندگی مستقیم بر روی دریاچه و بخش کوچکی نیز از طریق جریان آب زیرزمینی است.

مطالعات نشان داده‌اند که عوامل مختلفی در کاهش ارتفاع و سطح دریاچه ارومیه دخالت دارند. ۶۵ درصد این کاهش ناشی از تغییرات در جریان های ورودی به رودخانه می‌باشد که این خود ناشی از تغییرات اقلیمی و برداشت آب از رودخانه‌های منتهی به دریاچه برای استفاده‌های دیگر می‌باشد. ۲۵ درصد از این کاهش نیز مربوط به ساخت سدهای متعدد بر مسیر این رودخانه‌ها می‌باشد. ۱۰ درصد نیز مربوط به کاهش بارندگی مستقیم بر روی خود دریاچه است [۶۱]. دیگر مطالعاتی که در این خصوص صورت گرفته‌اند، برداشت آب از رودخانه‌های منتهی به دریاچه را به عنوان اصلی‌ترین عامل کاهش ارتفاع آب دریاچه دانسته‌اند [۸، ۶۷، ۱۰۸].

بارندگی سالیانه در داخل حوضه‌ی آبریز ارومیه از سال ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۶ بین حداکثر ۴۴۰ میلی‌متر در ۱۹۶۸ و حداقل ۱۵۰ میلی‌متر در ۲۰۰۰ بود. در طول سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۰۶ میانگین بارندگی سالیانه حدود ۴۰ میلی‌متر کمتر از میانگین درازمدت آن بود. وجود اقلیم نیمه‌خشک در این حوضه به این معنی می‌باشد که کشاورزی در منطقه به طور گسترده وابسته به بارندگی می‌باشد. کاهش بارندگی، همراه با کاهش سطح آب زیرزمینی در منطقه و جمعیت

رو به افزایشی در حدود ۶/۵ میلیون نفر در حوضه آبریز، منجر به افزایش برداشت از رودخانه- های منتهی به دریاچه ارومیه شده است [۱۳۴].

۱-۲- اثرات مهم خشکی دریاچه در منطقه

کاهش حجم آب دریاچه منجر به تجمع نمک با غلظت ۳۰۰ گرم در لیتر و یا بیشتر در بستر و یا اطراف دریاچه شده است. بخش عمده این نمک از کلرید سدیم تشکیل شده است. افزایش غلظت نمک باعث از بین رفتن بسیاری از گونه‌های آرتمیای موجود در دریاچه شده است [۷]. با پس‌روی آب دریاچه و کاهش سطح آن، پهنه وسیعی از اراضی شور به صورت بیابان نمکی با گستردگی ۴۰۰ کیلومتر مربع برجای مانده است [۵۲]. در چنین سطوح نمکی، کشاورزی غیر ممکن است و بسیاری از گونه‌های گیاهی قادر به رشد نیستند. همچنین این پهنه‌های نمکی حساس به فرسایش بادی و طوفان‌های نمکی می‌باشند، مثل اتفاقی که از خشک شدن دریای آرال در ۱۲۰۰ کیلومتری شمال شرق دریاچه ارومیه افتاد [۵۲]. علت اصلی طوفان‌های نمکی در دریاچه آرال، کاهش رشد گیاه و بدون پوشش ماندن سطح اراضی ذکر شده است. اتفاقی که مشکلات تنفسی، بینایی، کاهش رشد محصول در نقاط تحت تاثیر و بسیاری عوارض دیگر را منجر شده است [۹۹]. با توجه به تجربه طوفان‌های نمکی دریای آرال، بسیاری از مردمی که در چند صد کیلومتری دریاچه ارومیه زندگی می‌کنند، احتمالاً تجربه مشابهی را خواهند داشت.

به طور کلی شوری خاک‌های اطراف دریاچه را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود، اراضی که به طور ذاتی و اولیه شور هستند و اراضی که به طور ثانویه شور شده‌اند. شوری ثانویه ممکن است در اثر عواملی چون آبیاری با آب شور، بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی و شوری ناشی از

رسوبات بادی، ایجاد شود. در حال حاضر نیز به دلیل استفاده از آب شور و با کیفیت پائین در منطقه، اراضی در حال شور شدن هستند و تغییر کاربری‌ها به سمت محصولات مقاوم به شوری صورت می‌گیرد. اگر این روند ادامه یابد، در نهایت این زمین‌ها به اراضی بایر بدل خواهند شد. در حال حاضر، بخش‌هایی از اراضی واقع در جنوب، جنوب شرق و غرب دریاچه به دلیل قرار گرفتن در جهت بادهای غالب، تحت تاثیر رسوبات نمکی بادرفت قرار گرفته و قسمت‌هایی از باغات این مناطق در حال خشک شدن می‌باشند. اگرچه تاکنون کار علمی دقیقی در تائید این مطلب صورت نگرفته است، اما شواهد بازدیدهای صحرائی و وجود نمک در اندام‌های هوایی گیاهان مثل برگ‌ها و نیز تصاویر ماهواره‌ای، تائید کننده این مطلب است.

خاک‌های شور و قلیایی که به هر کدام از طرق ذکر شده در بالا ایجاد شده باشند، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای دارند و نیازمند مدیریت خاص خود می‌باشند. به عنوان اولین قدم در مدیریت بهتر خاک‌های تحت تاثیر شوری، لازم است که شوری خاک پایش شود تا مشخص گردد که در چه مناطقی مشکل شوری وجود دارد، به چه سمتی شوری در حال گسترش است و سرعت گسترش شوری چقدر است. آنچه که مسلم است، برای انجام این کار، نیاز به نمونه برداری‌های زیاد در منطقه مورد مطالعه برای ارزیابی تغییرات مکانی شوری و همچنین نمونه‌برداری در زمان‌های مختلف برای پایش کردن تغییرات زمانی شوری است. یکی از مشکلات عدیده‌ای که در این زمینه وجود دارد، هزینه‌بر و زمان‌بر بودن فرایندهای نمونه-برداری و آنالیزهای دقیق آزمایشگاهی است. به بیان دیگر انجام آنالیزهای دقیق آزمایشگاهی در کشور مثل اغلب نقاط دنیا بسیار گران و وقت‌گیر است. از سوی دیگر با وجود تمام اهمیتی که فرد نمونه‌بردار و تجزیه کننده نمونه‌ها ممکن است داشته باشد، این فرایندها همیشه با نوعی خطا و عدم قطعیت چه در نمونه‌برداری‌ها و چه تجزیه‌های آزمایشگاهی همراه هستند که

متاسفانه اکثر روش‌های پایش متغیرهای خاک، از جمله روش‌های کریجینگ که امروزه به طور گسترده استفاده می‌شوند، قادر به تعیین آنها نبوده و فرض بر آن گذاشته می‌شود که خطائی صورت نگرفته است.

از سویی دیگر دامنه وسیعی از اطلاعات پراکنده در کشور وجود دارد که اغلب از دقت پائینی برخوردارند. یکی از منابع اطلاعاتی در خصوص خاک، نقشه‌های خاک هستند که طیف وسیعی از اطلاعات مختلف از جمله نظرات کارشناسی مربوط به تشریح پروفیل‌ها، اندازه‌گیری-های صحرائی و آنالیزهای آزمایشگاهی متغیرهائی مثل شوری خاک و اسیدیته‌ی خاک و غیره در آنها قید شده است. اما این نقشه‌ها از یک سری نقاط ضعف برخوردار هستند. یکی از مشکلات این نقشه‌ها این است که تمام قسمت‌های مربوط به یک واحد، همگن و یکسان فرض شده است و تغییرات داخل واحدها مدنظر قرار نگرفته است. علاوه بر این، مرزهای مشخص و دقیق بین واحدها در تناقض با اصل تغییرات تدریجی ماهیت خاک می‌باشد. بنابراین استفاده از چنین نقشه‌هایی اغلب با نوعی عدم اطمینان همراه است و این مسئله استفاده از آنها را با مشکل مواجه کرده است و آنها را از منابع قابل دسترس و ارزان اطلاعات به منابع بلااستفاده در زمینه ارزیابی، تخمین تغییرات مکانی و نقشه برداری متغیرهای خاک تبدیل کرده است. با وجود نقایص گفته شده، نقشه‌های پلی‌گونی همچنان اصلی‌ترین منبع اطلاعات در دسترس خاک در اغلب کشورها می‌باشند [۴۸].

عقلانی‌ترین و موثرترین راه دستیابی به اطلاعات دقیق در هر نقطه از منطقه مورد مطالعه، تلفیق داده‌های مطمئن^۱ و نامطمئن^۲ با یکدیگر است. به طور کلاسیک، روش

^۱ - Hard data
^۲ - Soft data

کریجینگ معمول‌ترین الگوریتم برای پهنه‌بندی و آنالیز مجموعه داده‌های مکانی در اراضی هموار است اما متاسفانه چهارچوب تئوریک این روش امکان استفاده از داده‌های نامطمئن، بدون تبدیل آنها با کدهای شاخص [۵۴] و یا لایه لایه کردن [۱۲۴] را نمی‌دهد. راه دیگر دخالت دادن این داده‌ها در فرایند تخمین، استفاده از متوسط بازه^۱ است. اما چنین تخمینی ناپخته است و متناسب با ساختار مکانی و تغییرات داخل کلاس خاک نمی‌باشد. به طور کلی روش‌های کریجینگ از یک سری محدودیت برخوردارند، از جمله: (۱) تخمین‌گر کریجینگ تنها در میان یک سری از تخمین‌گرهای خطی بهترین است، (۲) تنها زمانی قابل استفاده است که متغیرها از توزیع یکنواخت گوسین^۲ پیروی کنند و (۳) کریجینگ قادر به استفاده از اطلاعات نامطمئن و داده‌های طبقه‌بندی شده یا گسسته^۳ نمی‌باشد [۳۷].

روش انتروپی حداکثر اریب^۴، که قادر به تلفیق طیف وسیعی از اطلاعات مختلف است، از نظرات کارشناسی گرفته تا قوانین فیزیکی و استفاده همزمان داده‌های مطمئن و نامطمئن و نقشه‌های با دقت‌های مختلف (مقیاس‌های متفاوت، که در کشور زیاد مشاهده می‌شود) که توسط افراد متفاوت ارائه شده‌اند، اخیراً مورد توجه خاک‌شناسان قرار گرفته است [۳۸]. با استفاده از این روش نه تنها می‌توان اطلاعات موجود در نقشه‌های خاک را به‌روزرسانی نمود، بلکه می‌توان از اطلاعات موجود در نقشه‌های خاک به صورت مؤثرتری استفاده نمود. همچنین در ارتباط با مطالعات شوری خاک‌ها، با کمک این روش می‌توان از داده‌های نقشه‌های خاک

^۱ - Mean interval

^۲ - Gaussian

^۳ - Categorical

^۴ - Bayesian Maximum Entropy

موجود در کشور و نیز اندازه‌گیری‌های صحرایی شوری خاک، به اطلاعات ارزشمندی در خصوص تغییرات مکانی شوری خاک دست یافت.

با توجه به آنچه که در بالا گفته شد، روش انتروپی حداکثر اریب می‌تواند یک روش جایگزین برای تمامی روش‌های مرسوم باشد که علاوه بر تولید نقشه‌های با دقت بالا، زمان و هزینه انجام مطالعات را نیز کاهش می‌دهد. با توجه به اینکه این روش تاکنون در کشور شناخته نشده و مورد استفاده قرار نگرفته است و از سوی دیگر به دلیل کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی در انجام مطالعات و قدرت این روش در استفاده از اطلاعات موجود در نقشه‌های خاک و سایر مطالعات مرتبط با خاک برای تولید نقشه‌های خاک و یا نقشه‌های موضوعی مرتبط با خاک، انجام این تحقیق می‌تواند گامی موثر در ارتقای متدولوژی و افزایش کیفیت مطالعات خاکشناسی در کشور باشد.

۱-۳- اهداف تحقیق

اهداف این تحقیق عبارت بودند از:

۱- نقشه برداری موضوعی (شوری خاک به عنوان متغیر هدف) با روش انتروپی حداکثر اریب برای داده‌های مطمئن حاصل از آنالیزهای آزمایشگاهی و دو دسته داده نامطمئن (اندازه‌گیری‌های صحرایی و نقشه خاک) و مقایسه نقشه‌های خروجی از نظر دقت و صحت؛

۲- به روز رسانی و بهینه سازی نقشه خاک موجود برای منطقه مورد مطالعه؛

۳- مقایسه روش انتروپی حداکثر اریب با روش‌های مرسوم کریجینگ در پهنه بندی داده‌های عددی؛

۴- بررسی عوامل موثر بر شوری خاک در منطقه مورد مطالعه.

فصل دوم

(بررسی منابع)