دانـــشگاه یـــزد

دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی

گروه مدیریت مناطق بیابانی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی منابع طبیعی - مدیریت مناطق بیابانی

پایش شوری خاک با استفاده از داده‌های سنجش از دور جهت مدیریت ویژه اراضی کشاورزی در دشت مروست، استان یزد

استادان راهنما:

دکتر محمدعلی حکیم‌زاده

دکتر محمد زارع ارنانی

استادان مشاور:

مهندس کاظم دشتکیان

مهندس زهره ابراهیمی خوسفی

پژوهش و نگارش:

زهرا گیوئی اشرف

مهرماه 1390

این ناچیز را اگر قدری است

تقدیم می‌کنم به

دو موجود مقدس

آنان که ناتوان شدند تا من به توانایی برسم

عاشقانه سوختند تا رونگار راهم باشند و گرمابخش وجودم

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

تقدیم می‌کنم به

بهترین‌های بی‌پایان زندگیم

برادران بزرگوار و خواهرانه‌ام

تقدیم می‌کنم به روزگاران درتا می دوران تحصیل و هر گاهی که نوعی برایم زحمت کشیدند

تقدیر و تشکر

پروردگارا، ان تو را، که کمترین بنده خود را در ادامه راه یاری فرمودی، را که در سایه عنایات و الطاف خداوندی تو فیقی حاصل شد وظیفه حتمی خود می دانم که:

صمیمانه ترین مراتب سپاس، محبت و قدردانی خود را تقدیم محضر استاد فرزانه و بزرگوارم، جناب **آقای دکتر مهدی حکیم زاده** یزدی که در تمامی مراحل این پایان نامه از هیچ کوششی در بیغ نورزیدند و همواره این جانب را از بروزهای علمی خواستی حسن اخلاق بی نظیرشان بهره مند ساختند.

از استاد محترم و بزرگوارم، جناب **آقای دکتر مهدی عطاء ابرنا فوت** راهنمایی این پایان نامه، با کمک تار و کردار خویش یاریگر من در طی این طریق بودند قدردانی می نمایم.

مراتب احترام قلبی و تشکر خود به محضر جناب آقای **مهندس کاظم دشتکیان** یکه من بدواً مشاوره این رساله را بارویی گشاده تقبل فرمودند و در حال مشکلات موجود یاریگرم بودند.

از مرکار خانم **مهندس زهره ابراهیمی** محترم مشاور که از راهنمایی های به جا و ارزنده شان بهره شایان برده ام کمال تشکر را دارم.

همچنین از جناب آقای **دکتر سرکار گر اردکانی** پایان نامه یاریگر من بودند کمال تشکر را دارم.

و از زحمات و راهنمایی های خانواده عزیزم بسیار متشکرم.

در پایان از محبت و دلگرمی دوست عزیزم مهندس محمد سلطانی سپاسگزار و قدردانم.

زهرا گودینی اشرف پور تیر ۱۳۹۰

چکیده

خاک یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین منابع طبیعی تجدیدشونده است که زیربنای تمدن بشری به شمار می‌آید. شورشدگی یکی از فرایندهای بیوژئوفیزیکی و از مشکلات خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک است. خطر نواحی در معرض شورشدگی و انجام عملیات اصلاحی در این مناطق حقیقتی غیر قابل چشم‌پوشی است. با وجود وسعت زیاد اراضی، شناسایی و تشخیص خاک‌های شور توسط روش‌های سنتی امکان‌پذیر نبوده و استفاده از روش‌های نو را ضروری می‌نماید. این تحقیق با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک طیفی و مکانی بالا، به بررسی پایش شوری جهت مدیریت ویژه اراضی کشاورزی در دشت مروست (استان یزد) پرداخته است. در این تحقیق، از تصاویر ماهواره Terra، سنجنده ASTER مربوط به سال‌های 2003 و 2010 میلادی استفاده شده است. به این ترتیب پس از انجام عملیات پیش‌پردازش و تشکیل و ارزیابی مدل رابطه مولفه‌های شوری خاک (EC و SAR) با مولفه‌های بازتاب طیفی، تصاویر از نظر دو مولفه مذکور به روش حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) طبقه بندی گردید. در پایان مساحت هر دامنه و میزان تغییرات آن، در دوره زمانی مورد مطالعه، محاسبه شد. نتایج نشان داد که در دوره زمانی 7ساله (2010- 2003) از سطح اراضی غیر شور کاسته و بر مساحت اراضی شور افزوده شده است. این امر بیان‌گر شورشدن اراضی کشاورزی و کاهش بازدهی آنها و همچنین گسترش بیابان‌زایی در منطقه است. همچنین دقت طبقه بندی نقشه EC برای تصویر 2003 ، 87/5% و برای تصویر2010 ، 82/5% و ضریب کاپای آن به ترتیب 0/83 و 0/76 به دست آمد. دقت طبقه بندی نقشه SAR برای تصویر 2003 ، 87/5% و برای تصویر2010 ، 87/5% به دست آمد و ضریب کاپا به ترتیب 0/81 و 0/77محاسبه گردید. این تحقیق کارایی بالای فن-آوری سنجش از دور به ویژه تصاویر ASTER را در زمینه آشکارسازی تغییرات و مدیریت منابع طبیعی به ویژه در مناطق خشک نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پایش شوری، سنجش از دور، دشت مروست، ماهواره Teraa، سنجنده ASTER

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

1-1- مقدمه.....2

1-1- 1- تعریف مسأله.....3

1-1-2- فرضیه تحقیق.....4

1-1-3- هدف تحقیق.....4

1-2- کلیات.....4

1-2- 1- منشأ املاح و پیدایش خاکهای شور.....4

1-2-2- تعریف دامنه شوری.....5

1-2-2- 1- طبقه‌بندی آمریکایی.....5

1-2-2-2- طبقه‌بندی روسی.....6

1-2-3- مروری بر علم سنجش از دور.....7

1-2-3-1- تعریف.....7

1-2-3-2- تاریخچه علم سنجش از دور.....7

1-2-3-3- سنجنده ASTER 8

1-2-3-4- ویژگی‌های طیفی پدیده‌ها در سطح زمین.....10

1-2-3-4-1- خصوصیات انعکاس طیفی خاک.....10

1-2-3-4-2- مقایسه انعکاس امواج الکترو مغناطیس در آب، خاک و گیاه.....11

1-2-4- تصحیح داده‌های ماهواره ای.....12

1-2-4-1- تصحیح هندسی.....13

1-2-4-2- تصحیح اتمسفری.....14

1-2-5- تبدیل طیفی در سنجنده ASTER.....14

1-2-5-1- تبدیل تابش به انعکاس.....14
1-2-6-1- پردازش و تبدیل‌های طیفی تصاویر.....15
1-2-6-1- فیلترگذاری.....15
1-2-6-2- نسبت‌های طیفی.....16
1-2-6-3- تجزیه مولفه‌های اصلی.....17
1-2-6-4- تصاویر کاذب رنگی.....17
1-2-7- شاخص ها.....18
1-2-7-1- شاخص شوری استاندارد شده: (NDSI).....18
1-2-7-2- شاخص شوری (SI).....18
1-2-7-3- شاخص درجه روشنایی (BI).....18
1-2-8- استخراج اطلاعات ماهواره ای.....18
1-2-9- تشکیل مدل رابطه مولفه‌های شوری خاک با مولفه های بازتاب طیفی تصاویر.....19
1-2-9-1- ارزیابی مدل.....19
1-2-10- طبقه‌بندی.....19
1-2-10-1- طبقه‌بندی نظارت نشده 20
1-2-10-2- طبقه‌بندی نظارت شده 21
1-2-10-2- 1- فاکتور شاخص بهینه.....21
1-2-10-3- روش‌های طبقه‌بندی.....22
1-2-10-4- ارزیابی صحت.....23
1-2-11- روش‌های تشخیص تغییرات.....24

فصل دوم: سابقه تحقیق

2-1- مروری بر منابع.....27
2-1-1- مطالعات انجام شده در کشور.....27
2-1-2- مطالعات انجام شده در خارج از کشور.....31

فصل سوم: مواد وروش‌ها

3-1- معرفی منطقه مورد مطالعه.....37
3-1-1- موقعیت جغرافیایی و ویژگی فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه.....37
3-1-2- وضعیت آب و هوایی و منابع آب دشت مروست.....37
3-1-3- زمین‌شناسی منطقه.....38
3-1-4- پوشش گیاهی دشت مروست.....39
3-1-5- خاک‌شناسی.....40
3-2- نرم افزارها و نقشه های مورد استفاده.....42
3-3- داده‌های تحقیق.....42
3-3-1- داده‌های آزمایشگاهی.....42
3-3-2- داده‌های ماهواره‌ای.....43
3-4- روش تحقیق.....43
3-4-1- عملیات صحرایی.....44
3-4-2- عملیات آزمایشگاهی.....45
3-4-3- عملیات پیش‌پردازش تصاویر.....46
3-4-3-1- تصحیح هندسی.....46
3-4-4- تبدیل‌های طیفی تصاویر.....47
3-4-5- شاخص‌ها.....48
3-4-6- استخراج اطلاعات ماهواره‌ای.....48
3-4-7- تشکیل مدل رابطه مولفه های شوری خاک با مولفه های بازتاب طیفی تصاویر.....48
3-4-7-1- ارزیابی مدل..... 48
3-4-8- طبقه‌بندی..... 49
3-4-8-1- تعیین صحت..... 49
3-4-9- نقشه تشخیص تغییرات.....49

فصل چهارم: نتایج

4-1- نتایج مربوط به عملیات صحرایی.....51

4-2- نتایج حاصل از آزمایش‌های خاک.....53

4-3- نتایج مربوط به تصاویر ماهواره‌ای.....57

4-3-1- تصاویر به دست آمده از برش تصاویر اصلی.....58

4-3-2- نتایج تصحیح هندسی تصویر سال 2010.....59

4-3-3-موقعیت نقاط نمونه‌برداری روی تصویر 2010.....60

4-3-4- ساخت و ارزیابی مدل رابطه مولفه های شوری خاک با مولفه های بازتاب طیفی تصاویر.....61

4-3-5- نتایج مربوط به طبقه‌بندی مولفه‌های شوری خاک با استفاده از تصاویر.....64

4-3-6- نتایج مربوط به ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی مولفه های شوری خاک با استفاده از تصاویر.....70

4-3-7- نقشه‌های آشکارسازی تغییرات بین دوره زمانی 2003 و 2010.....71

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

5-1- نتیجه‌گیری ارزیابی پایش شوری خاک با استفاده از سنجش از دور.....75

5-2- راهکارهای مناسب برای بهبود ارزیابی تغییرات شوری خاک با استفاده از سنجش از دور.....76

منابع.....77

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل 1.1- مقایسه پوشش طیفی سنجنده ASTER و لندست ETM+.....9

شکل 2.1- بازتاب طیفی در آب، خاک و گیاه.....12

شکل1.3- موقعیت منطقه مورد مطالعه در الف) ایران، ب) استان یزد و ج) منطقه مروست.....37

شکل 2.3- نمودار جریانی مراحل انجام تحقیق.....44

شکل 3.3- نمایی از نقاط نمونه‌برداری.....45

شکل3 .4- تصاویری از مراحل آزمایش خاک.....46

شکل 4. 1، موقعیت نقاط نمونه‌برداری در محدوده مورد مطالعه.....53

شکل 4. 2- نمودارهای تغییرات pH ، EC و SAR خاک در سال‌های 1384 و 1389.....56

شکل 4 .3- تصویر ASTER سال 2003 مربوط به منطقه مورد مطالعه.....57

شکل 4.4- تصویر ASTER سال 2010 مربوط به منطقه مورد مطالعه..... 57

شکل 4. 5- محدوده مورد مطالعه در تصویر ASTER سال 2003..... 58

شکل 4. 6- محدوده مورد مطالعه در تصویر ASTER سال 2010.....59

شکل 4. 7- پراکنش نقاط انتخاب شده به منظور تصحیح هندسی.....60

شکل4. 8- موقعیت نقاط نمونه‌برداری روی تصویر 2010..... 61

شکل 4. 9- خروجی مدل EC در سال 2003.....64

شکل 4. 10- خروجی مدل EC در سال 2010.....64

شکل 4. 11- خروجی مدل SAR در سال 2003.....64

شکل 4. 12- خروجی مدل SAR در سال 2010..... 64

شکل 4. 13- نقشه طبقه‌بندی EC در سال 2003.....65

شکل 4. 14- نقشه طبقه‌بندی EC در سال 2010.....66

شکل 4، 15- نقشه طبقه‌بندی SAR در سال 2003.....67
شکل 4، 16- نقشه طبقه‌بندی SAR در سال 2010.....98
شکل 4، 17- مساحت دامنه‌های مختلف تغییرات EC در دوره زمانی 2003 و 2010.....96
شکل 4، 18- مساحت دامنه‌های مختلف تغییرات SAR در دوره زمانی 2003 و 2010.....70
شکل4، 19- نقشه تغییرات EC در طول دوره 2003 تا 2010.....71
شکل4، 20- نقشه تغییرات SAR در طول دوره 2003 تا 2010.....72

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول1.1- کلاس‌های شوری به روش آمریکایی بر حسب dSm^{-1}.....6

جدول2.1- تقسیم بندی نمک‌ها بر اساس نسبت یون کلر به یون سولفات.....7

جدول 3.1- مشخصات باندهای طیفی سنجنده ASTER.....9

جدول1.3- ویژگی‌های میزان پوشش گیاهی در محل نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه.....39

جدول2.3- کلاس‌های 6 گانه اراضی.....41

جدول3.3- کلاس‌های قلیائیت خاک از نظر نسبت جذب سدیم (SAR).....49

جدول4 .1- نتایج عملیات صحرایی.....51

جدول4، 2- نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های خاک سطحی در سال 1389.....54

جدول4، 3- نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های خاک سطحی در سال 1384.....55

جدول 4، 4- مدل‌های تخمین مولفه EC خاک و نتایج ارزیابی مدل در سال 2003.....62

جدول 4، 5- مدل‌های تخمین مولفه EC خاک و نتایج ارزیابی مدل در سال 2010.....62

جدول 4، 6- مدل‌های تخمین مولفه SAR خاک و نتایج ارزیابی مدل در سال 2003.....62

جدول 4، 7- مدل‌های تخمین مولفه SAR خاک و نتایج ارزیابی مدل در سال 2010.....63

فصل اول

مقدمه و کلیات

1-1- مقدمه

یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین منابع طبیعی تجدیدشونده خاک است که زیربنای تمدن بشری به شمار می‌آید. خاک به‌عنوان بستر حیات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان دهنده توان تولید اراضی می‌باشد (متین‌فر و همکاران، 1386).

با توجه به رشد روزافزون جمعیت، نیاز به تولید محصول غذایی بیش از پیش احساس می شود. کشاورزی به‌عنوان یکی از محورهای بخش اقتصادی در تامین مواد غذایی مورد نیاز بشر مطرح می‌باشد، به‌طوری‌که در حال حاضر تقریبا یک سوم تولیدات غذایی جهان با محصولات کشاورزی تامین می‌شوند (قانعی‌مطلق و همکاران، 1386).

شوری، یکی از مشکلات خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. بیش از یک سوم خاک‌های دنیا و بخش وسیعی از خاک‌های ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده‌است. شناسایی و طبقه‌بندی خاک‌های شور به منظور مقابله با این شرایط سخت و اعمال مدیریت درست امری ضروری است (امینی، 1999).

از سوی دیگر، هم‌اکنون با رشد شتابان جمعیت و تخریب و محدودیت منابع، شناخت جنبه های مختلف محیط طبیعی جهت اعمال مدیریت علمی امری اجتناب ناپذیر است. به‌ویژه به تصویر کشیدن تغییرات زمانی منابع طبیعی (پایش) به علت این که در فاصله‌های زمـانی کوتاه این تغـییرات محسوس نیست، می‌تواند مدیران و برنامه‌ریزان را از خطرهای آینده آگاه سازد (علوی‌پناه، 1382).

حدود یک سوم از سطح خشکی‌های کره زمین را نواحی خشک و نیمه‌خشک فرا گرفته است. این نواحی به طور عمده بین عرض‌های جغرافیایی 15 تا 35 درجه شمالی و جنوبی قرار گرفته و شامل مناطق شمال آفریقا، آسیا، آفریقای جنوبی، منطقه خشک آمریکای جنوبی و شمالی و مناطق خشک و نیمه خشک استرالیا می‌باشد (پری و گودال، 1979).

گستره جهانی خاک‌های تحت تاثیر شوری اولیه بالغ بر 955 میلیون هکتار است. در حالی که مناطق تحت تاثیر شوری ثانویه 77 میلیون هکتار برآورد می‌شود که 58% آن در زمین‌های کشاورزی آبی قرار دارد. همچنین برآوردها حاکی از آن است که نزدیک به20% از زمین‌های کشاورزی آبی تحت تاثیر شوری هستند و نیاز به اصلاح دارند (مترنیخت و زینک، 2003).

کشور ایران بین عرض جغرافیایی 25 تا 38 درجه شمالی واقع شده است. میانگین ارتفاع کشور از سطح دریا بیش از 1500 متر است. میانگین میزان تبخیر بیش از 2000 میلیمتر در سال بوده که به یک حرکت محسوس نمک‌های محلول به طرف بالا منتهی می‌شود. برآورد شده است که حدود 15% اراضی ایران (25 میلیون هکتار) تحت تأثیر نمک با درجات مختلف قرار گرفته است (جعفری، 1379).

شناسایی نواحی در معرض خطر شوری و انجام عملیات اصلاحی در این مناطق حقیقتی غیر قابل چشم‌پوشی است. با وجود وسعت زیاد این اراضی و هزینه زیاد شناسایی و تشخیص خاک‌های شور توسط روش‌های سنتی، استفاده از روش‌های نو را ضروری می‌نماید (جان‌فزا، 1386).

سنجش از دور با فراهم کردن اطلاعات به‌روز از جمله فن‌آوری‌های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع است. همچنین سنجش از دور با قدرت تفکیک مکانی بالا، در تعیین کاربری اراضی کاربرد بسیاری دارد. این تصاویر به علت رقومی بودن، ارائه اطلاعات به هنگام، فراهم آوردن دید همه جانبه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیس برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش‌های تکراری، سرعت انتقال و تنوع اشکال داده‌ها از ارزش زیادی برخوردارند (فیضی‌زاده و همکاران، 1387).

در این پایان‌نامه سعی شده است تا با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک طیفی و مکانی بالا، پایش شوری خاک به منظور مدیریت ویژه اراضی کشاورزی مورد پژوهش و تحلیل قرارگیرد.

1-1-1- تعریف مسأله

شوری خاک از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت زمین‌های کشاورزی است. با توجه به نقش محوری فعالیت‌های کشاورزی در تامین غذای مورد نیاز بشر، توجه به کیفیت خاک و برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از آن بسیار ضروری است. پایش و مدیریت شوری خاک یکی از مهم‌ترین مسائل کشاورزی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. به منظور دستیابی به این هدف بهره‌گیری از ابزار سنجش از دور و GIS اجتناب ناپذیر است. فن آوری سنجش از دور به عنوان یک ابزار

مناسب به منظور پایش برخی از پدیده‌های طبیعی به شمار می‌رود، چرا که اطلاعات وسیعی را از یک منطقه در دوره‌های زمانی گوناگون ارائه می‌نماید.

مسئله اصلی در این تحقیق این است که به شیوه‌ای مناسب بتوان تغییرات شوری خاک را در منطقه ارزیابی نمود تا بر اساس آن بتوان شیوه مدیریت درست را طراحی و اجرا نمود. پایش شوری خاک در دوره زمانی معلوم با به‌کارگیری فن‌آوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای مسئله اساسی در این تحقیق است.

1-1-2- فرضیه تحقیق

تغییر کاربری اراضی و تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی در طی سال‌های مورد مطالعه باعث گسترده‌تر شدن سطح اراضی شور در منطقه شده است.

1-1-3- هدف تحقیق

هدف از انجام این تحقیق، پایش شوری خاک با استفاده از داده‌های رقومی سنجنده ASTER از ماهواره Terra و مقایسه آن‌ها در سال‌های مختلف است. همچنین برآورد دقت تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER در تهیه نقشه شوری خاک به منظور مدیریت ویژه اراضی کشاورزی از دیگر هدف‌های این پژوهش است.

با توجه به روند رو به افزایش تخریب منابع طبیعی، ضروری است زمان و هزینه بر روی گزینه‌هایی که در یک موقعیت معین بهترین هستند، صرف گردد.

1-2- کلیات

1-2-1- منشأ املاح و پیدایش خاک‌های شور

املاح موجود در خاک می‌تواند منشأ گوناگونی داشته باشد. یکی از آنها وجود املاح در سنگ مادر است که موجب تشکیل خاک شور می‌گردد. وزش باد از دریاها و اقیانوس‌ها نیز می‌تواند

موجب انتقال املاح به خاک‌های ساحلی شود. املاح موجود در آب‌های زیرزمینی چه به صورت نفوذ آب به سطح زمین یا آبیاری زمین‌ها با آب‌های شور به نوبه خود نقش مهمی در شور شدن اراضی دارد. لایه‌های حامل نمک در خاک شور باعث شوری خاک گشته و املاح را بوسیله پدیده کاپیلاری به سطح خاک منتقل می‌نماید. لازم به یادآوری است که هنگامی که این لایه در عمق بیش از 150 سانتیمتر سطح خاک وجود داشته باشد، شوری حاصل از آن کم و قابل چشم‌پوشی است (جان‌فزا، 1386).

1-2-2-تعریف دامنه شوری

برای تقسیم‌بندی خاک‌های شور و تعریف دامنه شوری روش‌های مختلفی وجود دارد که در این‌جا دو روش ارائه می‌گردد:

1-2-2-1- طبقه‌بندی آمریکایی

روش طبقه‌بندی آمریکایی، بین نمک‌هایی مانند نمک‌های سولفاته و کلروری تمایزی قایل نمی‌شود، بلکه تنها کل میزان نمک‌ها را بر اساس هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) که به میلی‌موس بر سانتیمتر یا دسی‌زیمینس‌برمتر در 25 درجه سانتیگراد است، ملاک قرار می‌دهد. این روش دقت کمتری از روش روسی دارد. زیرا در روش روسی علاوه بر غلظت، مشخصات یون‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود.

اما به هر حال روش آمریکایی دارای مزیت‌هایی شامل سرعت عمل و تخمین قابل اعتماد است و نیاز به انجام آزمایش‌های پیچیده ندارد (علوی‌پناه، 1382). کلاس‌های شوری مربوط به طبقه‌بندی آمریکایی در جدول 1.1 نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در حال حاضر در تعریف دامنه کلاس‌های شوری تغییراتی توسط دانشمندان مختلف داده شده است که از آن جمله، دامنه کلاس غیر شور از 4 به 2 دسی زیمنس بر متر کاهش یافته است. در این تحقیق از روش قدیمی استفاده شده است.

جدول1.1- کلاس‌های شوری به روش آمریکایی بر حسب dSm^{-1}

کلاس شوری	دامنه شوری
S0: غیر شور	ECe < 4
S1: کمی شور	4 < ECe < 8
S2: شوری متوسط	8 < ECe < 16
S3: شوری زیاد	16 < ECe < 32
S4: شوری بسیار زیاد	ECe> 32

1-2-2-2-طبقه‌بندی روسی

خاک‌شناسان روسی طبقه‌بندی‌های مختلفی بر اساس کل میزان املاح خاک ارائه کرده‌اند. در روش روسی، علاوه بر میزان املاح، مشخصات یون‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود. در این روش، شوری بر سه معیار اصلی شامل شیمی شوری (نوع)، درجه شوری و عمق لایه شوری در بالای خاک استوار است. شیمی شوری توسط ترکیبات کاتیونی و آنیونی تعیین می‌شود (علوی‌پناه، 1382).

در طبیعت انواع گوناگون نمک شاخص در مناطق مختلف، متفاوت‌اند. برای مثال نمک‌های قلیایی مثل سودا، در مناطق بسیار کویری، نادر ولی در مناطق استپی علفزار زیاد است. نمک‌های نیترات سدیم و پتاسیم در مناطق استپی وجود ندارد ولی در مناطق کویری به میزان زیاد دیده می‌شود. از این نظر حوزه‌های نمکی به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

1) حوزه کلروری

مخصوص مناطق به شدت کویری بوده و نمک‌های آب زیرزمینی و خاک این منطقه در هیچ یک از مناطق آب و هوایی دیگر یافت نمی‌شود. نمک‌های این حوزه، کلرور سدیم، کلرور کلسیم، کلرور منیزیم و نمک‌های محلول نیترات می‌باشند؛

2) حوزه سولفات - کلروری

مخصوص آب و هوایی است که از نظر گرما می‌تواند بسیار گرم باشد؛ اما از لحاظ خشکی، کمی ملایم‌تر. درجه رطوبت آن بیشتر از حوزه کلروری است و مناطق کویری تا حد نیمه کویری را دربر می‌گیرد. شور شدن زمین‌ها در اثر عملیات کشاورزی در این حوزه رایج است؛

3) حوزه کلرور- سولفاتی

مناطق استپ خشک را دربر می‌گیرد و دارای بارش سالانه بیشتری از حوزه قبلی است. (جعفری، 1379).

جدول 2.1، کلاس‌های شوری مربوط به طبقه‌بندی روسی را نشان می‌دهد.

جدول2.1- تقسیم بندی نمک‌ها بر اساس نسبت یون کلر به یون سولفات

نوع نمک	کلروری	کلرور-سولفاتی	سولفات-کلروری	سولفاتی
Cl/SO4	>2/5	1/2-2/5	0/2-1/2	0/16 -0/2

1-2-3- مروری بر علم سنجش از دور

1-2-3-1-تعریف

سنجش از دور عبارت است از اندازه‌گیری ویژگی‌های پدیده‌های سطح زمین با استفاده از داده‌هایی که از راه دور توسط هواپیما و ماهواره کسب می‌شود. در تعریفی دیگر عمل بازیابی، شناسایی و تشخیص عوارض و اشیای واقع در فاصله دور که با استفاده از تصاویر و ابزار شناسایی انجام می‌گیرد، سنجش از دور نامیده می‌شود. به‌عبارت دیگر سنجش از دور را می‌توان شناسایی از فاصله نیز تعریف نمود که این فاصله می‌تواند چند متر تا چند هزار کیلومتر باشد.

1-2-3-2-تاریخچه علم سنجش از دور

به عقیده بسیاری از متخصصان زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، جغرافیا، گیاه‌شناسی و جنگلداری، فن تفسیر عکس‌های هوایی از سال 1934 پس از انتشار مجله مهندسی فتوگرامتری در آمریکا شروع شد و در دهه 1950عکس برداری مادون قرمز برای مطالعات پوشش گیاهی رونق گرفت. با در مدار قرار گرفتن ماهواره‌های مطالعاتی بی‌سرنشین TIROS در آوریل 1960 دورسنجی فضایی وارد مرحله تازه‌ای شد. از این سال به بعد، پیشرفت چشمگیری در زمینه در مدار قرار دادن ماهواره‌های مختلف حاصل شده است. بین سال‌های 1970 تا 1976 شش ماهواره به فضا پرتاب

شد که یکی از آنها به‌نام NOAA[1] نام‌گذاری گردید. داده‌های هواشناسی ماهواره NOAA برای پیش‌بینی وضع هوا، آموزش هواشناسی به دانشجویان و مطالعات زمینی مانند بررسی زمین‌شناسی کاربرد زیادی پیدا کرد (علوی‌پناه، 1382).

اولین ماهواره منابع زمینی توسط آمریکا در 23 ژوئیه 1972 (اول مرداد ماه 1351) به نام ERTS[2] به فضا پرتاب شد و بعدها به لندست 1[3] تغییر نام داد. سپس ماهواره‌های لندست بعدی به فضا پرتاب شدند به طوری که تاکنون 7 ماهواره از این سری که آخرین آنها لندست 7 می‌باشد به فضا پرتاب شده است. هم اکنون بسیاری از کشورها مانند فرانسه (به همراه سوئد و بلژیک)، هند، روسیه، چین، کانادا، ژاپن ماهواره‌های پیشرفته طراحی کرده و در مدار قرار داده‌اند (علوی‌پناه، 1382).

1-2-3-3-سنجنده ASTER

این سنجنده محصول مشترک آمریکا و ژاپن بوده و در دسامبر 1999 بر روی ماهواره Terra قرار گرفت. سنجنده ASTER دارای 14 باند طیفی با قدرت تفکیک مکانی متفاوت (از 15 متر تا 90 متر) بوده و در قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی به ترتیب از مرئی تا مادون قرمزحرارتی از کره زمین تصویربرداری می‌کند. این سنجنده کاربردهای گوناگونی ازجمله در زمینه‌های زمین‌شناسی، محیط‌زیست و منابع‌طبیعی دارد. مشخصات باندهای طیفی این سنجنده در جدول 3.1 ارائه شده است. پهنای فریم تصاویر ASTER برابر 60 کیلومتر است.

[1] National Oceanic Atmospheric Administration
[2] Earth Resources Technology Satellite
[3] Landsat