بررسی تغییرات شوری و کاربری اراضی منطقه رودشت در دشت اصفهان با استفاده از اطلاعات ماهواره‌های لندست TM و MSS

مهدی نادری خوراسگانی* – احمد کریمی[1]

تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۷

چکیده

اگر بتوان به کمک اطلاعات سنجش از دور که در دوره‌های زمانی کوتاه مدت برداشت می‌شوند عملکرد سازه‌های آبیاری و زهکشی را پایش[2] کرد امکان اصلاح و رفع عیوب سیستم‌ها فراهم می‌گردد. یک نمونه مطالعاتی وضعیت منطقه رودشت در دشت اصفهان در قسمت پایینی حوضه آبخیز زاینده‌رود می‌باشد که نمونه‌ای از وضعیت بسیاری از دشت‌های کشور است. مسئله مبتلابه این دشت گسترش شوری و آبگرفتگی[3] اراضی است که به نظر میرسد با دو برابر شدن سهمیه آب آبیاری در پی احداث سد زاینده‌رود شروع شده است. برای بررسی گستره شوری و آبگرفتگی اطلاعات ماهواره‌ای Landsat TM و Landsat MSS مربوط به سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ مورد استفاده قرار گرفتند، پس از اصلاحات طی کار میدانی، بررسی گزارش‌ها و نقشه‌های تهیه شده از منطقه اطلاعات ماهواره‌ای طبقه‌بندی شدند. تجزیه و تحلیل زمانی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که طی ۱۴ سال با دو برابر شدن آب اختصاص یافته زاینده‌رود به آن دشت، اراضی با خطر شوری شدید و اراضی بدون مسئله شوری به ترتیب ۵ و ۱۶ درصد کاهش یافتند درحالی‌که ۲۰ درصد به اراضی با شوری متوسط افزوده گردیده است. در طی این مدت اراضی با محدودیت زهکشی دو برابر شده‌اند. تصاویر ۱۹۹۰ نشان می‌دهند که اراضی آبگرفته جدید تحت تأثیر کانال‌های آبیاری و زهکشی بوجود آمده‌اند.

واژه‌های کلیدی: Landsat MSS ، Landsat TM، شوری، غرقاب

مقدمه

با وجودی که استفاده از اطلاعات سنجش از دور در مدل‌های آبشناختی (هیدرولوژیک) سابقه چندانی ندارد لیکن کارهای انجام شده در این زمینه قابل توجه می‌باشد. همچنین بررسی روند احیا و تخریب منابع طبیعی به کمک اطلاعات ماهواره‌ای بطور روزافزونی ادامه دارد. برای مثال فوآ و همکاران (۱۲) اطلاعات ماهواره‌ای Landsat MSS و Landsat TM را برای بررسی روند تخریب جنگل‌های مالزی در دو دوره ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۱ و ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۶ مورد استفاده قرار دادند و گزارش نمودند که در دوره اول ۱/۲ درصد و در دوره دوم ۰/۱ درصد جنگل‌ها منهدم شده‌اند. بون و فیشر (۳) گزارش کردند که برداشت اطلاعات مربوط به رطوبت خاک، تبخیر و تعرق و پوشش برفی توسط

۱- به ترتیب: استادیاران گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهر کرد

* - نویسنده مسئول Email: khnaderi@yahoo.com

2 -Monitoring

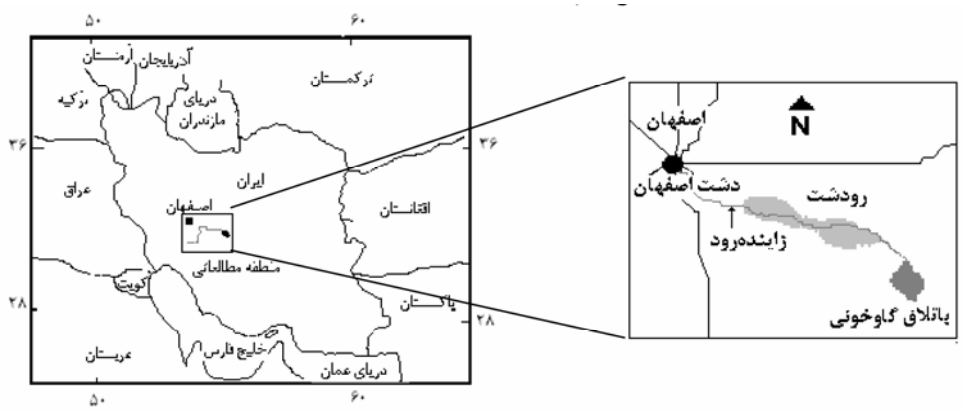
3 - Waterloging

فناوری سنجش از دور برای بررسی هیدرولوژی حوضه‌های آبخیز بسیار مهم است. وود و همکاران (۱۷) با انجام یک مطالعه موردی گزارش کردند که می‌توان رطوبت سطحی اراضی را که برای جمع آوری اطلاعات مربوط به مدل‌های نفوذ آب در خاک و جریان‌های سطحی ضرورت دارد به کمک داده‌های سنجش از دور فعال و غیرفعال تخمین زد. جوزف (۹) اثرات محیطی کانال ایندیرا گاندی هند را که به کمک اطلاعات ماهواره هندی (IRS, LISS II) برداشت شده بود در سال‌های ۱۹۷۵ و ۱۹۹۵ بررسی کرد. این محقق تغییرات اراضی کشت شده و اراضی غرقابی در این دوره ۲۰ ساله را محاسبه نمود. وی برای جستجوی اراضی غرقابی از باندهای طیف مرئی استفاده نمود. ری و همکاران (۱۴) با استفاده از طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای هندی (IRS) تغییرات زمانی وضعیت اراضی و آب خاک را در هند مشخص کردند. این محققین در مطالعه مدیریت آبیاری دشت‌ها به کمک اطلاعات سنجش از دور کارائی آبیاری و کیفیت توزیع کننده‌های آب و مشکلات سیستم توزیع را تعیین نمودند. خان و همکاران (۱۰) به کمک ماهواره هندی (IRS) ضمن تهیه نقشه شوری‌های نوع دوم میزان مناطق غرقابی را مشخص کردند. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات در شوری و واحدهای کاربری اراضی در یک دوره زمانی ۱۴ ساله به کمک اطلاعات ماهواره‌ای موجود می‌باشد. همچنین تأثیر افزایش سهمیه آب آبیاری منطقه بر شوری و اراضی غرقابی مطالعه خواهد شد. تأثیر اقدامات مدیریت اراضی و احداث کانال‌های آبیاری و زهکشی بر مسائل خاک نیز بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه رودشت در جنوب‌شرق اصفهان و در ایران مرکزی قرار دارد و شامل دو بخش شمالی و جنوبی در بخش انتهائی حوضه آبخیز زاینده‌رود در مجاورت مرداب گاوخونی واقع شده است. مختصات آن ۵۲° تا ۵۳′ ۵۲° شرقی و ۲۰′ ۳۲° تا ۳۴′ ۳۲° شمالی می‌باشد (نقشه شماره ۱). شیب متوسط منطقه ۰/۰۸ درصد است. بر اساس طبقه‌بندی دومارتین اقلیم ناحیه خشک و بیشینه دمای هوا در ماه جولای ۳۷° C و کمینه آن در دسامبر ۵/۶° C می‌باشد.



نقشه شماره (۱) منطقه مورد مطالعه در ناحیه مرکزی ایران

اطلاعات خاک و شوری

در این مطالعه از سه گروه داده‌های زمینی برای طبقه بندی اطلاعات ماهواره‌ای استفاده شد. سعی به عمل آمد که تاریخ مطالعات خاک و شوری و تاریخ برداشت تصاویر

ماهواره‌ای کمترین فاصله زمانی را با هم داشته باشند. لذا برای طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای Landsat MSS که مربوط به سال ۱۹۷۶ بودند گزارش خاک‌شناسی منطقه رودشت و نقشه‌های مربوطه در همین سال مورد استفاده قرار گرفت (۲). دیگر مطالعات مورد استفاده در این مقاله مطالعات آب و خاک است که توسط شرکت زایندآب در سال ۱۹۹۰ انجام شده است (۱). مطالعات این شرکت شامل اندازه‌گیری شوری خاک، تعیین نوع نمک‌ها، تهیه نقشه عمق آب زیرزمینی و عمق کفه‌رسی[1] می‌باشد.

سومین گروه اطلاعاتی است که طی کار میدانی از منطقه به‌دست آمد. این اطلاعات شامل خصوصیات خاک سطحی (وجود یا عدم وجود پوسته نمکی، برآورد درصد سنگریزه) اندازه‌گیری شوری ظاهری[2] خاک سطحی مناطقی است نظیر فلات‌ها یا پوسته‌های نمکی که دستخوش تغییر نبوده‌اند. برای تهیه نقشه کاربری اراضی با کسب اطلاعات از ساکنین محلی و سازمان‌های کشاورزی منطقه تقویم زراعی منطقه تشکیل شد و نوع کشت در زمان برداشت اطلاعات ماهواره‌ای در بخش‌های مختلف منطقه مشخص گردید. اطلاعات زمینی مورد استفاده به دو بخش تقسیم شدند. بخش نخست برای آموزش[3] نرم‌افزار و بخش دیگر برای آزمون دقت طبقه‌بندی تصاویر توسط نرم‌افزار مورد استفاده قرار گرفتند.

مطالعات خاکشناسی نیمه تفضیلی منطقه توسط مؤسسه خاکشناسی ایران (۲) تهیه گردیده است. نقشه خاک دارای ۸ واحد است و واحدهای نقشه تا حد زیرگروه بزرگ بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکائی سال ۱۹۷۵(Soil Taxonomy, Soil survey staff, 1975) طبقه‌بندی شده‌اند (۱۶) و به عنوان سری محسوب می‌گردند. سری‌های اصلی خاک عبارتند از سری تالجرد، برخوار، زرندید، گرگاب، رنگیده، همایونشهر، اصفهان و حاجی آباد. برای بررسی چگونگی عمق آب زیر زمینی نقشه‌های آب زیر زمینی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به صورت خطوط هم عمق از سطح خاک با اختلاف ۱ متر (که با اندازه‌گیری عمق آب در پیزومترها و چاه‌های منطقه توسط منبع شماره ۱ این تحقیق تهیه شده بود) مورد استفاده قرار گرفت (نشان داده نشده است). شوری ایستگاه‌های مطالعاتی و گزارش کاربری اراضی منبع شماره ۱ برای طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای Landsat TM نیز مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نقشه آب زیر زمینی که عمق آب را از سطح زمین نشان می‌دهد کمترین عمق آب ۱ متر و بیشترین آن ۹ متر از سطح زمین می‌باشد. بر اساس نظریه کودا عمق بحرانی آب زیرزمینی از سطح زمین (Y سانتیمتر) با داشتن میانگین دمای سالانه (t° C) از رابطه زیر محاسبه می‌شود .

$$Y = ۱۷۰ + ۸t \pm ۱۵ \qquad (۶)$$

میانگین دمای سالانه درجه حرارت منطقه که ۱۵ درجه سانتیگراد است عمق بحرانی آب زیرزمینی ناحیه ۱۵± ۲۹۰ سانتیمتر می باشد. با در نظر گرفتن نقشه آب زیرزمینی (نشان داده نشده است) ملاحظه می‌شود که ۹۰ درصد منطقه در شرایط بحرانی می باشد. عمق بحرانی عمقی است که امکان صعود آب از سفره آب زیرزمینی از طریق لوله‌های موئینه (کاپیلاری) و رسیدن آن به سطح زمین وجود دارد. تبخیر این آب در سطح خاک منجر به باقی ماندن املاح و توسعه شوری در سطح خاک می‌گردد. کفه‌ای‌رسی با نفوذپذیری بسیار کم در منطقه وجود دارد که در بعضی نقاط در سطح زمین ظاهر شده و در پاره‌ای نقاط عمق آن به ۶ متر نیز می‌رسد (۱).

اطلاعات ماهواره‌ای

با توجه به زمان کارهای میدانی، نقشه‌ها و گزارش‌های خاکشناسی منطقه دو سری اطلاعات ماهواره‌ای منطقه تهیه

1 - Claypan
2 - Apparent electrical conductivity
3 - Training

گردید: ۱) اطلاعات Landsat MSS در ۴ باند اخذ شده در ۲۷ ماه می ۱۹۷۶ و ۲) اطلاعات Landsat TM در ۷ باند اخذ شده در ۲۰ سپتامبر ۱۹۹۰ (جدول شماره ۱). اطلاعات Landsat TM بخش‌هائی از شمال منطقه رودشت را نمی‌پوشاند. لذا در مقایسه فقط بخش‌هائی که مشترک بودند مورد استفاده قرار گرفتند. دو سامانه اطلاعاتی از نظر آماری بررسی شدند و تصحیحات تابشی[1] و هندسی[2] انجام گردید. تصحیحات تابشی با در نظر گرفتن تأثیر اتمسفر بر پیکسل‌های خالص آب در باند فروسرخ نزدیک انجام گرفت (۱۵). برای تصحیحات هندسی از نقاط کنترل زمینی مشترک نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای و همچنین مختصات نقاط کنترل زمینی که به کمک دستگاه موقعیت یاب جهانی[3] طی کار میدانی حاصل شد انجام گردید. از طریق عامل نمائی بهینه[4] و تجزیه اطلاعات به مؤلفه‌های اصلی[5] باندهای مناسب انتخاب شدند (۴ و ۵). طبقه‌بندی تصاویر به‌صورت نظارت شده (Supervised) انجام گرفت. در این طبقه‌بندی مناطق آموزشی با استفاده از اطلاعات صحرائی، نقشه‌ها و گزارش‌های موجود مشخص و به نرم‌افزار معرفی شدند. نخست هر سری اطلاعات ماهواره‌ای با ۳۰ کلاس طیفی طبقه بندی شدند. طی عملیات کار میدانی و بررسی داده‌های مکانی منطقه (نقشه‌های خاک، زمین شناسی، آب زیرزمینی، شوری و غیره) دوگروه اطلاعات مکانی مورد توجه قرار گرفت. دسته اول داده‌هائی که برای آموزش نرم‌افزار به‌کار رفتند و دسته دوم داده‌هائی بودند که برای تعیین دقت طبقه‌بندی‌های داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده قرار گرفتند. دسته دوم در یک ماتریس خطا[6] با تصاویر طبقه‌بندی شده مورد مقایسه قرار گرفتند (نشان داده نشده است) و از طریق آن ماتریس دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مشخص گردید. در ادامه اطلاعات حاصل از طبقه‌بندی زمین مرجع[7] شدند و درنهایت با در نظر گرفتن ماهیت کلاس‌های طیفی آن‌ها در یک‌دیگر ادغام شدند و کلاس‌های اطلاعاتی نقشه‌های شوری اراضی و کاربری اراضی[8] شامل اراضی غرقابی مشخص شدند.

بررسی آماری مقایسه تفاوت واحدهای متناظر نقشه‌های شوری و کاربری اراضی

برای مقایسه واحدهای نقشه شوری و کاربری اراضی سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ از روش آماری ارایه شده توسط میرزو ولپول استفاده شد (۱۱). در این روش فرضیه صفر که عدم تفاوت واحد نقشه می‌باشد در قبال فرضیه یک که تفاوت معنی‌دار واحد نقشه در سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ را نشان می‌دهد آزمون می‌گردد. محاسبات عبارتند از محاسبه P' (نسبت درصد سطح واحد نقشه اول X1 به کل ۱۰۰)، P" (نسبت درصد سطح واحد نقشه دوم X2 به کل ۱۰۰)، P (نسبت مجموع X1 و X2 به ۲۰۰) با داشتن این پارامترها می‌توان Z را محاسبه کرد.[1/2] $(Z=(X1+X2)/(P.(1-P)\times 0/02)$. با محاسبه Z و مقایسه آن با Z جدول برای سطوح معنی‌دار ۰/۰۱ و ۰/۰۵ می‌توان به معنی‌دار بودن یا معنی‌دار نبودن تغییرات واحدهای متناظر در نقشه‌ها پی برد. این محاسبات

1 - Radiometric
2 - Geometric
3 - Global positioning system
4 - Optimum Index Factor
5 - Principle Component Analysis

6 - Error matrix
7 - Georeference
8 - Land use

برای واحدهای نقشه‌ی شوری و کاربری اراضی محاسبه و در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

(شماره ۱) - خصوصیات هیستوگرامهای اطلاعات Landsat TM و Landsat MSS

باند	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
TM1	۱۲۱/۰۰	۶۷	۲۱۶	۱۶/۶۳
TM2	۶۳/۳۲	۲۶	۱۲۵	۱۲/۵۰
TM3	۹۳/۱۳	۲۶	۱۶۴	۲۰/۲۵
TM4	۹۱/۸۸	۲۳	۱۵۵	۱۹/۷۴
TM5	۱۴۵/۰۰	۳۷	۲۲۱	۲۹/۹۲
TM6	۱۶۷/۸۴	۱۳۴	۱۹۳	۸/۷۵
TM7	۸۳/۴۸	۱۷	۱۳۵	۲۰/۷۵
MSS4	۵۴/۲۵	۰	۱۲۷	۱۹/۴۱
MSS5	۸۰/۲۴	۰	۱۲۷	۱۹/۵۷
MSS6	۸۲/۸۲	۰	۱۲۷	۱۹/۰۷
MSS7	۳۲/۰۰	۰	۶۳	۷/۹۰

نتایج و بحث

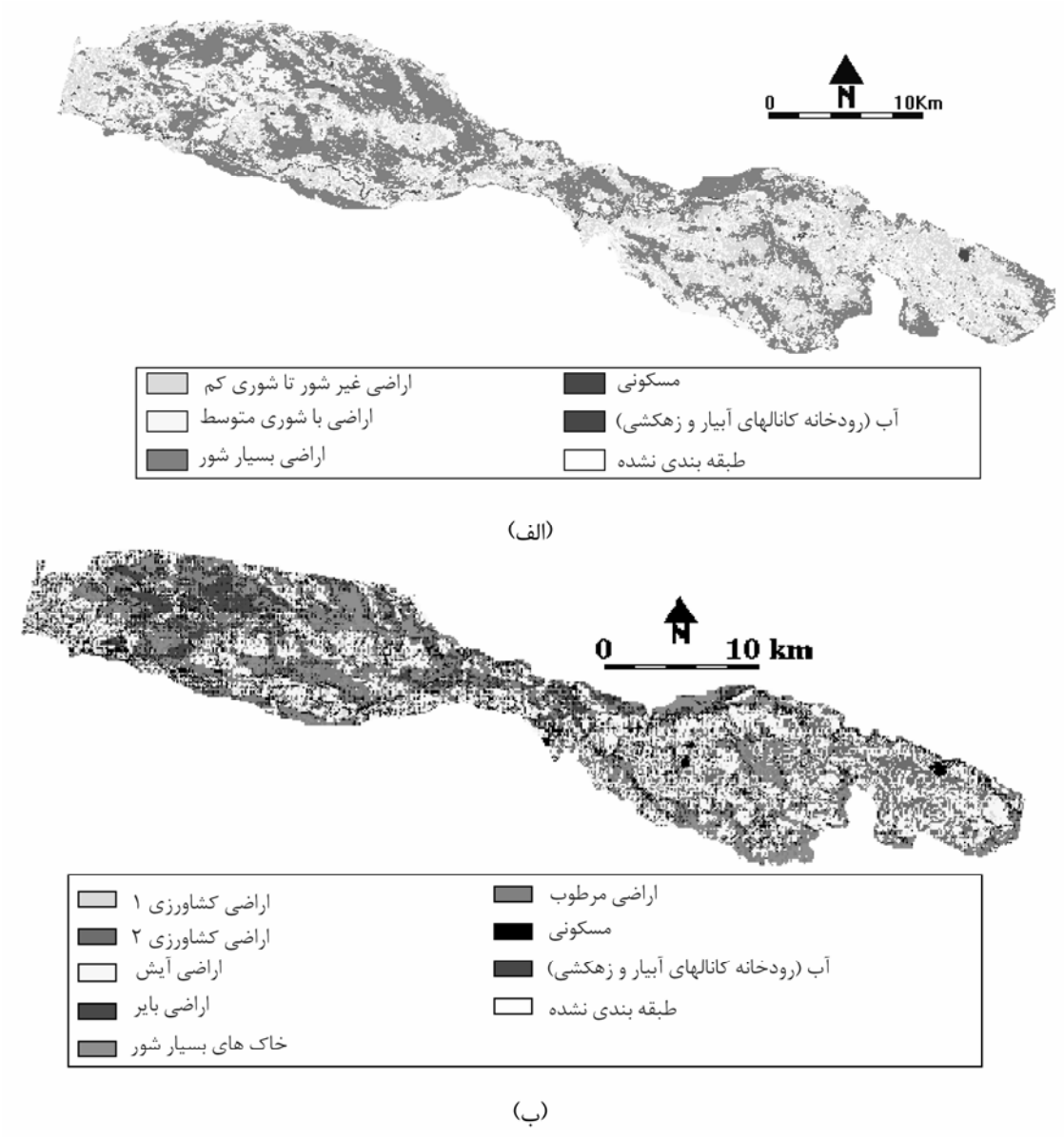
در مورد اطلاعات Landsat MSS همه باندها برای طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفتند ولی در مورد اطلاعات Landsat TM با در نظر گرفتن عامل نمائی بهینه و تجزیه اطلاعات به مؤلفه‌های اصلی باندهای TM3، TM4، TM5 و TM6 برای طبقه‌بندی نظارت شده انتخاب شدند. باندهای TM3 و TM5 نیز توسط دیویودی و رائو (۷) برای بررسی شوری اراضی منطقه ایندو-گنگیک هند مورد استفاده قرار گرفتند. این محققین با استفاده از عامل نمائی بهینه و تجزیه اطلاعات ماهواره‌ای به مؤلفه‌های اصلی باندهای TM1، TM3 و TM5 را به‌عنوان مناسب‌ترین باند انتخاب نمودند.

تشکیل ماتریس خطا و مقایسه اطلاعات حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده با اطلاعات زمینی نشان می‌دهد که دقت طبقه‌بندی برای اطلاعات Landsat MSS و Landsat TM به ترتیب برابر ۹۴/۷۴درصد و ۹۳/۱۳درصد می‌باشد (نشان داده نشده است). علاوه بر این نتایج طبقه‌بندی داد که ۸/۳۷ درصد از منطقه در تصاویر Landsat MSS و ۶/۸۶ درصد از منطقه برای تصاویر Landsat TM طبقه‌بندی نشده‌اند. این مناطق شامل پیکسل‌های مخلوط و کاربری‌هایی هستند که وسعت زیادی ندارند و احتمال این‌که در یک کلاس قرار گیرند کمتر از ۹۰ درصد می‌باشد. برای زمین مرجع نمودن اطلاعات Landsat MSS از ۱۶ نقطه و برای اطلاعات Landsat TM از ۹ نقطه استفاده شد. در این رابطه جذر میانگین مربعات خطا[1] برای اطلاعات Landsat MSS و Landsat TM به ترتیب برابر ۰/۴۸ و ۰/۴۷ می‌باشد.

نتایج حاصل از طبقه‌بندی مستقل اطلاعات ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ شامل نقشه‌های شوری و کاربری اراضی است. در نقشه شوری اراضی به سه واحد شوری تقسیم شده‌اند که عبارتند از ۱) اراضی غیر شور و کم شور (dS/m, ۲۵ ECe< °C۸), ۲) اراضی با شوری متوسط (۸≤ECe<۱۶ dS/m،۲۵°C)، ۳) اراضی بسیار شور (۱۶≤ ECe (ds/m، ۲۵ °C)(نقشه شماره ۲، الف). نقشه کاربری اراضی منطقه را به ۸ واحد اراضی تقسیم می‌کند. این واحدها عبارتند از:

1 - Root Mean Square Error (RMSE)

۱) اراضی کشاورزی ۱ که زیر کشت بوده و غیر شور یا با شوری پایین می‌باشند،
۲) اراضی کشاورزی ۲ که زیر کشت‌اند و شوری آن‌ها متوسط است،
۳) اراضی آیش که شوری آن‌ها کم تا متوسط است،
۴) اراضی بایر با شوری متوسط که غالبا به علت محدودیت آب رها شده‌اند،
۵) اراضی با پوسته نمکی،
۶) اراضی غرقاب،
۷) روستاها و مناطق مسکونی و
۸) آب (شامل رودخانه، اراضی پوشیده با سیلاب و اراضی غرقاب) (نقشه ۲، ب).



(نقشه شماره ۲)- الف) - نقشه شوری خاک منطقه در سال ۱۹۷۶، ب) نقشه کاربری اراضی در سال ۱۹۹۰

دو نقشه حاصل از طبقه‌بندی بر اساس شوری و کاربری اراضی سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ در دو ماتریس مقایسه‌ای با

هم مقایسه شدند و تغییرات شوری و کاربری در فاصله زمانی ۱۴ ساله مورد بررسی و محاسبه قرارگرفتند. جدول شماره ۲ مقایسه نقشه‌های شوری ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ را نشان می‌دهد. ستون‌ها در این جدول واحدهای نقشه شوری حاصل از طبقه‌بندی اطلاعات Landsat TM سال ۱۹۹۰ و ردیف‌ها واحدهای نقشه شوری حاصل از طبقه‌بندی اطلاعات Landsat MSS می‌باشند.

(جدول شماره ۲) - مقایسه نقشه‌های شوری ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰

TM / MSS	غیر شور تا شوری کم	شوری متوسط	شوری زیاد	مناطق مسکونی	آب	جمع پیکسل‌ها†	٪*
غیر شور تا شوری کم	۲۴۶۷ ۰/۰۴% N**	۱۰۴۰۶ ۱۵/۹۱% I**	**۳۰۷۶** **۴/۷%** I	۳۶۶ ۰/۵۱%	۱۸۱ ۰/۲۸٪	۱۶۴۶۶	۲۵/۱۸
شوری متوسط	۲۳۱۳ ۳/۵۴% D**	۱۲۸۵۶ ۱۹/۶۶% N	۵۲۹۰ ۸/۰۹% I	۵۳۶ ۰/۸۲%	۲۱۱ ۰/۳۲%	۲۱۲۰۶	۳۲/۴۲
شوری زیاد	۱۰۷۵ ۱/۶۴% D	۱۰۱۹۹ ۱۵/۵۹% D	۱۴۶۳۸ ۲۲/۳۸% N	۶۹۱ ۱/۰۶%	۱۶۷ ۰/۲۵%	۲۶۷۷۰	۴۰/۹۳
مناطق مسکونی	۲۵ ۰/۰۴%	۵۶ ۰/۰۸%	۴۵ ۰/۰۷%	۱۱۸ ۰/۱۸%	-	۲۴۴	۰/۳۷
آب	۱۹۴ ۰/۳۰%	۲۷۵ ۰/۴۵%	۱۰۷ ۰/۱۶%	۳۰ ۰/۰۰۵%	۱۱۱ ۰/۱۷%	۷۱۷	۱/۱
جمع پیکسل‌ها	۶۰۷۴	۳۳۷۹۲	۲۳۱۵۸	۱۷۱۱	۶۷۰	۶۵۴۰۵	۱۰۰
٪*	۹/۲۹	۵۱/۶۷	۳۵/۴۱	۲/۶۲	۱/۰۲	۱۰۰	

* درصد هر واحد نقشه، ** N، D و I به ترتیب نشانگر عدم تغییر، کاهش و افزایش وسعت واحدهای نقشه می‌باشد، † اندازه آن‌ها ۷۹*۷۹ متر است.

قطر این ماتریس (از ردیف دوم و ستون دوم سمت چپ تا ردیف ششم و ستون ششم) نشان‌دهنده پیکسل‌های واحدهائی از نقشه است که در طی ۱۴ سال تغییری نداشته‌اند. عضوهای غیر قطری ماتریس نشان‌دهنده تغییر واحدهای نقشه می‌باشد. برای مثال عضو ردیف دوم از ستون دوم ماتریس که در قطر ماتریس قرار دارد نشان می‌دهد که ۲۴۶۷ عدد پیکسل که در سال ۱۹۷۶ در حالت غیرشور تا شوری کم بوده‌اند در سال ۱۹۹۰ نیز در همان وضعیت شوری باقی مانده‌اند. عضو ستون سوم و ردیف دوم که عضو غیر قطری است نشان می‌دهد که ۱۰۴۰۶ عدد پیکسل که در سال ۱۹۷۶ در حالت غیر شور تا شوری کم بوده‌اند تا سال ۱۹۹۰ شوری آن‌ها افزایش یافته و به حالت شوری متوسط درآمده‌اند. تغییرات کاربری و شوری به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱) تغییرات فصلی و کوتاه مدت.

۲) تغییرات بلند مدت. با توجه به این‌که تصاویر سال ۱۹۷۶ در ماه می و اطلاعات سال ۱۹۹۰ در سپتامبر گرفته شده‌اند تغییراتی در کاربری اراضی داریم که مربوط به اراضی کشت شده، آیش و شوری‌های فصلی و اراضی زه‌دار می‌باشد. تغییرات بلند مدت عبارتند از تغییرات در اراضی زه‌دار، اراضی با پوسته نمکی، کل اراضی قابل کشاورزی (شامل اراضی زیر کشت و آیش) و مناطق مسکونی.

بحث

مقایسه نقشه‌های شوری تهیه شده از سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ در (جدول شماره ۲) ارایه شده است. این جدول نشان می‌دهد اراضی غیر شور و کم شور که در سال ۱۹۷۶ حدود ۲۵/۲ درصد منطقه را تشکیل میدادند در سال ۱۹۹۰ تنها ۹/۳ درصد منطقه را تشکیل می‌دهند. به عبارت دیگر این‌گونه اراضی حدود ۱۶ درصد کاهش یافته‌اند. اراضی با شوری متوسط که در سال ۱۹۷۶ حدود ۳۲/۴ درصد اراضی را شامل می‌شدند در سال ۱۹۹۰ وسعت آن‌ها بیش از ۱/۵ برابر شده و ۵۱/۷ درصد اراضی را تشکیل می‌دهند. (جدول شماره ۲) همچنین نشان می‌دهد که اراضی با شوری زیاد در سال ۱۹۷۶ حدود ۴۰/۹ درصد منطقه را پوشش می‌دادند در حالی‌که در سال ۱۹۹۰ وسعت آن‌ها به ۳۵/۴ درصد رسیده است.

این مقایسه نشان می‌دهد که در طی ۱۴ سال حدود ۱۶ درصد از اراضی غیرشور تا شوری کم کاهش یافته (۱۵/۹=۹/۳-۲۵/۲) و به اراضی با وضعیت شوری بیشتر تنزل یافته‌اند (البته درصد ناچیزی به مناطق مسکونی و خدماتی تبدیل شده است که قابل اغماض می‌باشد). در مقابل تنها ۵/۵ درصد از اراضی نسبتا اصلاح شده‌اند و از وضعیت شوری شدید به شوری متوسط ارتقاء یافته‌اند. همچنین (جدول شماره ۲) مشخص می‌کند که اراضی با شوری متوسط حدود ۱۹/۳ درصد در این دوره زمانی افزایش یافته‌اند.

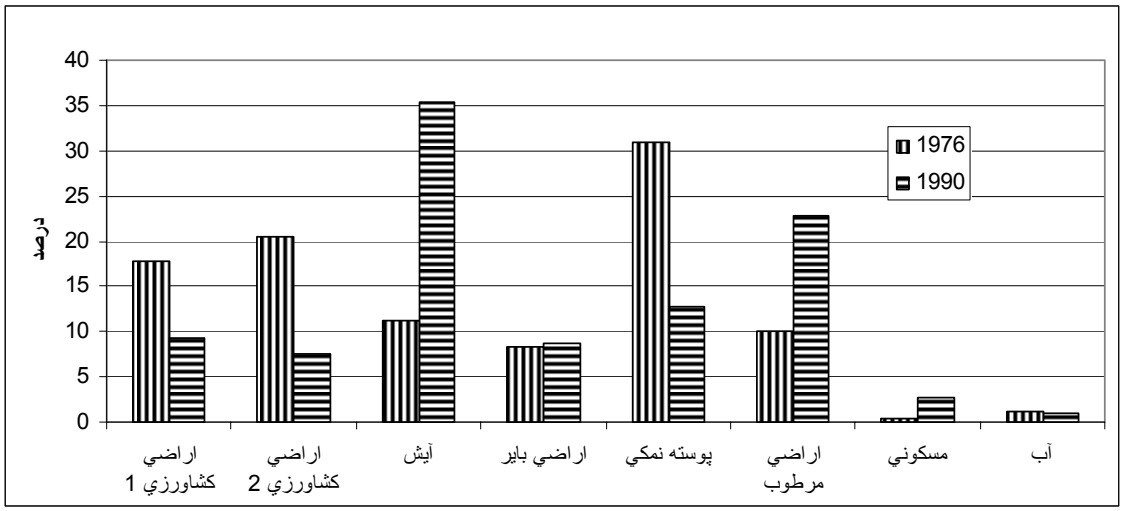
اطلاعات دیگر نقشه‌های کاربری اراضی است (نقشه۲،ب). در نقشه‌های کاربری اراضی سعی شد که مناطق شدیدا شور با پوسته نمکی از مناطق شدیدا شور و مرطوب جدا شوند. از نظر شوری کلاس این دو واحد نقشه یکسان است لیکن تفاوت این دو واحد نقشه آن است که در واحد اولی عمق سفره آب زیر زمینی بیش از ۲ متر می‌باشد ولی در کلاس دیگر عمق سفره آب زیرزمینی کمتر از ۰/۵ متر می‌باشد لذا واحد دوم تحت عنوان اراضی مرطوب[1] یا غرقاب نامگذاری شده است. در اراضی مرطوب گاه آب زیرزمینی در سطح زمین قرار دارد و تنها راه زهکشی این اراضی تبخیر می‌باشد. با بررسی نقشه‌های تغییر کاربری اراضی که تحت تأثیر زمان برداشت تصاویر قرار دارد اطلاعات ذی‌قیمتی پیرامون تأثیر افزایش سهمیه آب منطقه بر واحدهای کاربری اراضی به‌دست می‌آید (نقشه شماره ۳) که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

(نمودار شماره ۱) نشان می‌دهد که در سال ۱۹۷۶ مجموع اراضی کشاورزی منطقه شامل واحدهای اراضی کشاورزی۱، اراضی کشاورزی ۲ و آیش ۴۹/۳ درصد بوده است ولی وسعت این اراضی در سال ۱۹۹۰ به ۵۲/۲ درصد رسیده است. جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که اختلاف این دو از نظر آماری در سطح یک درصد معنی دار است ولی به نظر نمی‌رسد افزایش ۲/۹ درصدی اراضی زیر کشت با دو برابر شدن سهمیه آب آبیاری منطقه رودشت از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. اراضی بایر در سال ۱۹۷۶ برابر ۸/۳ درصد بوده و در سال ۱۹۹۰ به ۸/۷ درصد رسیده است. بنابراین اراضی بایر نه تنها کم نشده بلکه اضافه هم شده‌اند و (جدول ۳) نیز نشان می‌دهد که میزان افزایش نیز از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

در اینجا این سوال پیش می‌آید که آثار افزایش سهمیه آب در کدام بخش از کاربری‌ها مؤثر بوده است؟ با توجه به نمودار شماره ۱ اراضی مرطوب منطقه در سال ۱۹۷۶ برابر ۱۰/۱ درصد بوده‌اند و در سال ۱۹۹۰ دو برابر شده‌اند و به ۲۲/۷ درصد رسیده‌اند و (جدول شماره ۳) نشان می‌دهد که این افزایش از نظر آماری نیز در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار

1 - Wetland

می‌باشد. مناطق پوشیده شده با پوسته نمکی در سال ۱۹۷۶ برابر ۳۰/۹ درصد بودند که به ۱۲/۷ درصد در سال ۱۹۹۰ رسیده‌اند و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد



(نمودار شماره ۱) – مقایسه واحدهای کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰

(جدول شماره۳). مشخصا کاهش ۱۸ درصدی این اراضی که در آن‌ها سفره آب زیر زمینی در عمقی حدود ۲ متر از سطح زمین قرار دارد به دلیل اصلاح اراضی نبوده است بلکه عمق سفره آب زیرزمینی در سال ۱۹۹۰ در بخش عمده‌ای از این اراضی به کمتر از ۰/۵ متر رسیده‌است. بنابراین افزایش سهمیه آب آبیاری در منطقه به‌جای گسترش و توسعه کشاورزی منجر به تنزل اراضی و توسعه شوری در منطقه شده است.

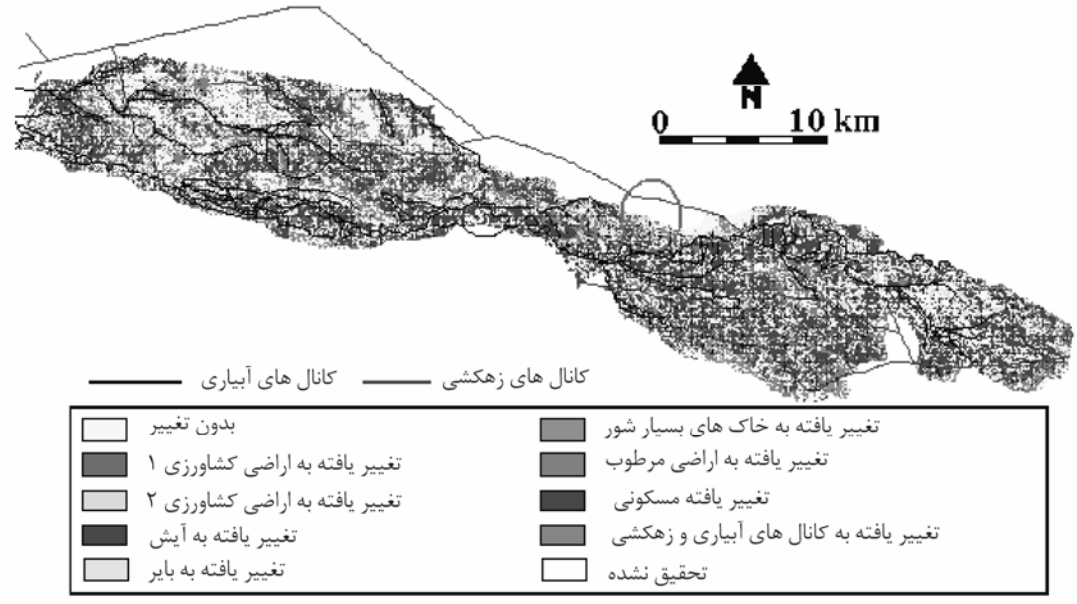
جدول شماره (۳) – مقایسه آماری تغییرات شوری و کاربری اراضی منطقه بین سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰

شماره	واحد نقشه	٪	٪	P'	P''	P	Z
		در سال ۱۹۷۶	در سال ۱۹۹۰				
۱	غیر شور تا شوری کم	۲۵/۱۸	۹/۲۹	۰/۲۵	۰/۹۳	۰/۱۷	۳/۱۸ ***
۲	شوری متوسط	۳۲/۴۲	۵۱/۶۷	۰/۳۲	۰/۵۲	۰/۴۲	۳/۲ ***
۳	شوری زیاد	۴۰/۹۳	۳۵/۴۱	۰/۴۱	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۸ n. s
۴	مناطق مسکونی	۰/۳۷	۲/۶۲	۰/۰۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱۵	۱/۷۹ n. s
۵	کشاورزی ۱	۱۷/۷۰	۹/۲۹	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۱۴	۵/۵۹ ***
۶	کشاورزی ۲	۲۰/۳۹	۷/۵۱	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۱۴	۵/۶۸ ***
۷	آیش	۱۱/۱۸	۳۵/۴۱	۰/۱۱	۰/۳۵	۰/۲۳	۷/۸ ***
۸	اراضی بایر	۸/۳۳	۸/۷۴	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۸	۴/۱۷ ***
۹	پوسته نمکی	۳۰/۸۷	۱۲/۶۶	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۲۲	۷/۴۶ ***
۱۰	اراضی مرطوب	۱۰/۰۶	۲۲/۷۴	۰/۱۰	۰/۲۳	۰/۱۶	۶/۲۶ ***
۱۱	کل اراضی کشاورزی (مجموع ردیف‌های ۵، ۶ و ۷)	۴۹/۳	۵۲/۲	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۵۱	۱۴/۲۹ ***

n. s. و *** به ترتیب به مفهوم معنی‌دار نبودن و معنی‌دار بودن اختلاف سطح واحدهای نقشه در سطح ۰/۰۱ می‌باشد.

برای بررسی علل توسعه شوری و مسئله زهکشی و مطالعه تأثیر احتمالی کانال‌های آبیاری و زهکشی بر شوری

و زهکشی اراضی نقشه‌های کانال‌های زهکشی و آبیاری منطقه از اطلاعات ماهواره‌ای Landsat TM استخراج شدند. با قرار گرفتن نقشه کانال‌های آبیاری و زهکشی روی نقشه تغییرات کاربری (نقشه شماره ۳) مشاهده می‌شود که رابطه بسیار نزدیکی بین مناطق مرطوب جدید و کانال‌های زهکشی و آبیاری احداث شده وجود دارد (رنگ قرمز داخل دوایر سبز و سیاه روی نقشه شماره ۳). در شرق منطقه اراضی زه‌دار جدید در مجاورت کانال‌های زهکشی توسعه یافته‌اند و در غرب این‌گونه اراضی تحت تأثیر کانال‌های آبیاری بوجود آمده‌اند بدین معنا که کانال‌های زهکشی بخش‌هائی از اراضی را زهکشی و آب زیرزمینی بخش‌های دیگری از منطقه را شارژ میکنند. خطر نشت آب از کانال‌های آبیاری و زهکشی توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است. ژوزف (۹) نیز در مطالعه تأثیر کانال ایندراگاندی در هندوستان با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای به نتیجه مشابهی دست یافت. پراتاپار و همکاران (۱۳) گزارش کردند که می‌توان از باندهای حرارتی برای پایش نشت آب‌های شور از کانال‌های آبیاری استفاده کرد زیرا تفاوت درجه حرارت خاک‌های خشک و مرطوب می‌تواند در پایش کیفیت سیستم‌های آبیاری و زهکشی مورد استفاده قرار گیرد (۱۰). بنابراین استفاده از باند حرارتی TM6 در این مطالعه به احتمال قوی در شناسائی نقاط نشت کانال‌های آبیاری و زهکشی مفید بوده است.



نقشه شماره (۳) - تغییرات کاربری اراضی بین ۱۹۷۶ و ۱۹۹۰ همراه با کانال‌های آبیاری و زهکشی

نتیجه

با توجه به نتایج این مطالعه طی ۱۴ سال از ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۰ وسعت اراضی مرطوب ۱۲/۶ درصد افزایش یافته است. بنابراین روند مرطوب شدن اراضی ۰/۹ درصد در سال بوده است. به عبارت دیگر سالانه حدود ۵۸۹ پیکسل یا ۳۶۷ هکتار از اراضی در اثر بالا آمدن آب زیرزمینی به وضعیت نامطلوب‌تری از نظر زهکشی دچار می‌شوند. از سوی دیگر

اراضی با شوری زیاد که در سال ۱۹۷۶ حدود ۴۰/۹ درصد از منطقه را تشکیل می‌دادند در سال ۱۹۹۰ وسعتی حدود ۳۵/۴ درصد از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. به بیان دیگر وضعیت شوری و زهکشی در ۵/۵ درصد اراضی نسبتا بهبود یافته است. (جدول شماره ۳) معنی‌دار بودن این اختلاف را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن درصد تنزل اراضی (۱۲/۶ درصد) و درصد اراضی بهبود یافته (۵/۵ درصد) روند خالص تنزل اراضی در منطقه حدود ۷/۱ درصد در طی ۱۴ سال می‌باشد. از سوی دیگر افزایش ۲/۹ درصدی اراضی کشاورزی (شامل اراضی زیر کشت و آیش) در مقابل دو برابر شدن سهمیه آب آبیاری منطقه و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده ناچیز است.

از جمله فاکتورهائی که در شوری و آبگرفتگی اراضی مؤثرند احتمالا می‌توان کارآیی پایین سازه‌های انتقال آب، آبیاری بیش از حد و تلفات نفوذ عمقی آب آبیاری و تغییر الگوی کشت بر خلاف الگوهای پیشنهادی در طرح منطقه‌ای را بر شمرد. همچنین نامناسب بودن موقعیت احداث کانال‌های آبیاری و زهکشی با توجه به خط‌القعر منطقه می‌تواند عامل دیگری باشد. عدم در نظر گرفتن شوری آب آبیاری و خاک که عوامل تعیین کننده میزان آب آبشوئی و نیاز آبی هستند و ممکن است در بالا آمدن آب زیرزمینی در منطقه مؤثر باشد.

بر اساس این مطالعه که پتانسیل اطلاعات ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیائی را برای طراحی و پایش عملکرد سازه‌های آبیاری و زهکشی دشت‌ها نشان می‌دهد نویسندگان استفاده از فناوریهای فوق‌الذکر را به کارشناسان مربوطه و تصمیم‌گیرندگان منطقه‌ای پیشنهاد می‌کنند.

قدردانی

اطلاعات ماهواره‌ای این تحقیق توسط مرکز فضائی ایران تأمین شده است که مؤلفین از مسؤلین و کارشناسان آن مرکز قدردانی می‌نمایند. از داوران محترمی که اسامی آنان در اختیار مؤلفین نیست و با دقت متن پیش‌نویس این مقاله را مطالعه نمودند و با نظرات سازنده خود سبب پربارتر شدن آن شدند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- شرکت مهندسین مشاور زایندآب، (۱۳۶۹). طراحی پروژه سد، کانال‌های آبیاری و زهکشی منطقه رودشت، گزارش فاز ۱، جلد ۱، مطالعه سد و کانال‌های آبیاری و زهکشی در منطقه رودشت، اصفهان، سازمان آب منطقه‌ای، وزارت نیرو، ۲۴۳ ص.

۲- مؤسسه خاکشناسی ایران (۱۳۵۵). نقشه خاکشناسی نیمه تفضیلی منطقه رودشت، اصفهان، ایران. نشریه شماره ۳۹۱، ۸۳ صفحه.

3- Beven, K. J. and J. Fischer, 1996. Remote sensing and scaling in hydrology. In Scaling up in hydrology using remote sensing. ed. J. B. Stewart, T. Engman, R. A. Feddes and Y. Kerr, 1-18 New York: John Wiley.

4- Chavez, P. S., G. L. Berlin and L. B. Sowers, 1982. Stastistical method for selecting Landsat MSS ratios. J. Appl. Photographic Eng. 8:23-30.

5- Chavez, P. S., Jr. C. Guptill and J. A. Bowell, 1984. Image processing techniques for thematic mapper data. American Society of Photogrametry and Remote sensing pp. 728-752.

6- Douaoui, Abd El K., H. Nicolas and C. Walter, 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid contex by means of combining soil and remote sensing data. Geoderma 134:217-230

7- Dwivedi, R. S. and B. R. M. Rao, 1992. The selection of the best possible Landsat TM band combination

for delineating salt-affected soils. International J. of Remote Sensing 13:2051-2058
8- FAO/UNESCO, 1973. Irrigation drainage and salinity. Paris/UNESCO, Hutchinson and Co (Publisher) LTD, 3 Fitzroy Square, London W1. 510p.
9- Joseph, G., 1997. Role of remote sensing in resource management for arid regions with special reference to Western Rajasthan. Current Science 72(10): 47-54.
10- Khan, M. Naser, Victor V. Rastoskuev, Y. Sato and S. Shiozawa, 2005. Assessment of hydrosaline land degradation by using a simple approach of remote sensing indicators. Agriculture Water Management 77: 96-109.
11- Myers, R. H. and R. E. Walpole, 1978. Probability and statistics for engineers and scientists. 2nd Edition, Macmillan Publishing Co. 580 P.
12- Phua M., S. Tsuyuki, N. Furuya and J. S. Lee, 2007. Detecting deforestation with a spectral change detection approach using multitemporal Landsat data: A case study of Kinabalu Park, Sabah, Malaysia. J. of Environmental Management, In Press.
13- Prathapar, S. A., R. C. G. Smith, S. D. Bars, P. G. Slavich, W. A. M. Humphreys and A. Van der Lelij, 1990. Using of canopy temperatures to study soil spatial variability. Proceeding of Symposium on Management of Soil Salinity in South East Australia, Albury. New South Wales, Australia, 18-20 September 1989 (pp. 367-368). Auscript.
14- Ray, S. S., V. K. Dadhwal and R. R. Navalgund, 2002. Performance evaluation of an irrigation command area using remote sensing: A case study of Mahi Command, Gujarat, India. Agriculture Water Management 56: 81-91.
15- Richards, J. A., 1986. Remote sensing digital image analysis, An Introduction. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, 281 p.
16- Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy, A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA Handbook No. 436, United States Dep. Of Agriculture, Washington, D. C.
17- Wood, E. F., D. S. Lin, M. Mancini, D. Thongs, P. A. Trouch, T. J. Jackson, J. S. Famiglietta and E. T. Engman, 1993. Intercomparisons between passive and active microwave remote sensing and hydrological modeling for soil moisture. Advances in Space Research 13(5): 167-176.

Studying salinity and land use changes for Roodasht region in Isfahan Plain using Landsat TM and MSS satellite data

M.Naderi[*] – A.Karimi[1]

Abstract

In case the performance of irrigation and drainage systems could be monitored by using satellite data, which are taken in short intervals, the problems concerning these systems could be corrected. Roodasht region which is located in the lower part of the Zayanderood River Basin was considered as a pilot plain. The basin is struggling with salinity and waterlogging which started by construction of the Zayanderood Dam and consequently, doubling the share of irrigation water of the area. For this purpose the satellite images of Landsat MSS and TM of 1976 through 1990 were used. Modifications was performed after field works, reviewing the available reports and maps from the area, and then, the satellite data were classified. Temporal analysis of the satellite images showed that by doubling the irrigation water share during 14 years, soils with severe and no salinity risk were decreased by 5 and 16%, respectively, while 20% was added to the land with moderately salinity risk. During this time the area of waterlogged lands has been doubled. The images of 1990 showed that new waterlogged lands were developed in the vicinity of the drainage and irrigation canals.

Key words: Satellite images, Landsat MSS and TM, Temporal analysis, salinity, Waterlogging.

* - Corresponding author Email: khnaderi@yahoo.com
1 - Contribution from College of Shahrekord University