



ارزیابی وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت مهران و عوامل تأثیرگذار بر کمیت این منابع

زاهده حیدری‌زادی^{۱*}، عبدالرضا محمدی^۲، ثریا یعقوبی^۳

۱- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گرگان

۲- کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۳- کارشناسی ارشد رشته بیابان‌زدایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

* نویسنده مسئول: z.heidarizadi@yahoo.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۱۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۳۱

چکیده

با افزایش روزافزون جمعیت، برداشت بی‌رویه از این منابع بیشتر شده و این ذخایر طبیعی با تهدید جدی مواجه شده‌اند. از این‌رو هدف از این مطالعه بررسی وضعیت آب‌های زیرزمینی و عوامل مؤثر بر کمیت منابع دشت مهران می‌باشد. بدین منظور از آمار ۲۳ حلقه چاه پی‌زومتری واقع در آبخوان دشت مهران در طی سال‌های آبی ۱۳۷۳-۱۳۹۳ استفاده شد و هیدروگراف آب زیرزمینی برای دشت ترسیم گردید. به‌منظور بررسی ارتباط بین کاربری اراضی و آب زیرزمینی، تغییرات نقشه کاربری اراضی در طی سه دوره زمانی ۱۳۶۸، ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM+ ماهواره لندست در منطقه مهران تهیه گردید. برای طبقه‌بندی تصاویر از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و روش حداکثر احتمال استفاده شد. نتایج نشان داد که در طول دوره به وسعت اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی، مراتع خیلی فقیر و اراضی بایر افزوده شده و در مقابل از وسعت مراتع فقیر کاسته شده است. نتایج نشان‌دهنده افت تراز آب زیرزمینی به میزان ۱۶/۹ متر در طول دوره و ارتباط مستقیم افت تراز آب و افزایش مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی است؛ بنابراین افزایش کاربری کشاورزی و به طبع آن افزایش چاه‌های بهره‌برداری، موجب برداشت بی‌رویه و افت آب زیرزمینی در این دشت شده است. در ضمن عامل دیگر در کاهش تراز آب زیرزمینی در آبخوان منطقه روند تغییرات بارش در منطقه است.

واژه‌های کلیدی: بارش، دشت مهران، هیدروگراف واحد، کاربری اراضی.

مقدمه

آبخوان‌ها به دلیل افت تراز آبی، کاهش کیفیت، تأثیرپذیری از تغییرات اقلیمی ناشی از گرمایش جهانی و تغییر نظام بارش و رخداد خشک‌سالی‌های ممتد و متوالی، از چالش‌های مهم توسعه هستند (وارد، ۱۹۹۵). رشد بیش‌ازحد جمعیت منجر به افزایش فشار بر عرصه‌های طبیعی و بهره‌برداری‌های غیراصولی و تغییر کاربری‌ها شده (لو و وانگ، ۲۰۰۸) که این تغییرات متعاقباً باعث افت سطح آب‌های زیرزمینی شده است. آمار ارائه‌شده در منابع

آب‌های زیرزمینی از مهم‌ترین منابع طبیعی در جهان است که بیشترین نقش را در تأمین آب شرب به عهده دارد. در شرایط کنونی بخش فراوانی از مصارف کشور ایران توسط منابع زیرزمینی تأمین می‌گردد (خدائی و همکاران، ۱۳۸۴). جهت مطالعه هیدروژئولوژی آب‌های زیرزمینی، تعیین سطح ایستابی یکی از مهم‌ترین پارامترها می‌باشد (کرمانی و میرعباسی، ۱۳۹۶).

(۲۰۰۷) به بررسی اثرات خشک‌سالی بر تراز آب زیرزمینی در اریسا پرداختند. آن‌ها در این بررسی دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۴ را مورد آنالیز قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که افت آب زیرزمینی در طول سال‌های خشک، ناشی از کمبود بارش، درجه حرارت بالا و رشد و تکامل زندگی بشری بوده که این کمبود آب زیرزمینی در سال‌های مرطوب قابل جبران نیست.

زایمینگو همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی مکانی تراز آب زیرزمینی و بعضی پارامترهای شیمیایی مربوط به ۱۳۰ حلقه چاه واقع در دشت بهای در شمال چین پرداختند. نتایج نشان داد که تراز آب زیرزمینی از غرب به سمت شرق دشت دارای افت بوده است.

پوررضا و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر تغییر کاربری بر تخریب زمین و بیابان‌زایی در حوزه آبخیز روانسر پرداختند. آنان در این تحقیق نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۳۳۴، ۱۳۶۹ و ۱۳۸۴ را تهیه کردند و همچنین شاخص‌های مربوط به کیفیت و کمیت آب و شاخص کیفیت خاک را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بیانگر رشد دو برابری کاربری مسکونی، رشد ۵۵ درصدی اراضی کشاورزی و آبی و همچنین رشدی در حدود ۳۰ درصدی اراضی دیم بود. میزان آبدهی و بارندگی نیز در طول سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۷۵ و سطح پیژومتری در منطقه در طول سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۷۵ روند نزولی داشته است. بررسی کیفی آب نیز نشان داد که مقدار شور شدن آب در منطقه افزایش یافته است و مطالعات کیفیت خاک حاکی از تجمع شوری در افق‌های پایین خاک بود. ژانگ و همکاران در سال ۲۰۱۰ با استفاده از مدل Modflow تأثیر کاربری اراضی زراعی به اراضی جنگلی بر منابع آب زیرزمینی تا سال ۲۰۲۵ در آبخوانی در نیویورک را مورد بررسی قرار دارند. نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش اراضی جنگلی، تغذیه به آبخوان تا ۴۵ درصد کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه نوع کاربری و وقوع خشک‌سالی‌ها از عوامل تأثیرگذار بر سطوح آب زیرزمینی در هر منطقه‌ای هستند و شناخت این روابط در برنامه‌ریزی‌های آینده و مدیریت اراضی، برای کاستن از اثرات تخریبی ضروری است، لذا هدف از این

جهانی وضع دشوار روند افت سالانه را نشان می‌دهد. در دشت رفسنجان استان کرمان بر اثر پمپاژ، عمق چاه‌های آب از ۵۰ متر به ۳۰۰ متر افزایش یافته و در دشت‌های اطراف اصفهان به بیش از ۱۰۰ متر رسیده است (خواجه‌الدین، ۱۳۸۶). اکبری و همکاران (۱۳۸۸) افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت مشهد را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند. به منظور انجام این پژوهش آمار ۷۰ حلقه چاه مشاهده‌ای در طی ۲ دوره ۱۰ ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح آب زیرزمینی در بخش‌های مرکزی و غربی تا ۳۰ متر افت داشته است. عباس‌نژاد (۱۳۹۳) در بررسی آسیب‌پذیری دشت سیرجان با توجه به برداشت بی‌رویه از سفره آب زیرزمینی منطقه به این نتیجه رسید که سطح ایستابی آب زیرزمینی دشت در سال‌های گذشته سیر نزولی داشته و از سال ۸۰ تا ۸۶ متوسط افت سالانه حدود ۸۰ سانتیمتر بوده است. قاسمی و همکاران (۱۳۸۹)، نیز در بررسی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت همدان به این نتیجه رسیدند که منطقه در یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۸۵-۱۳۷۰) ۱۱ متر افت داشته است. اکرامی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی روند تغییرات کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان در دوره ۸۸-۱۳۷۹ بیان داشتند متوسط افت آب حدود ۰/۵ متر است. سنجرى و برومند (۱۳۹۳) به پایش تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۵۵ پرداختند. نتایج نشان‌دهنده تغییر اراضی به صورت تبدیل اراضی بایر و اراضی رسوبی کشت نشده به اراضی باغی و مناطق مسکونی و صنعتی بوده است، به طوری که به وسعت اراضی باغی طی ۲۹ سال ۲۸۹۳/۵ هکتار افزوده شده و از وسعت اراضی بایر به میزان ۱۵۷۲/۷ هکتار کاسته شده است. وسعت مناطق مسکونی و صنعتی نیز افزایش داشته است. دون‌تری در سال ۲۰۰۳ با استفاده از تصاویر ETM⁺ و TM طی سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ در جنگل‌های تایلند اقدام به تهیه نقشه پوشش گیاهی کردند نتایج نشان داد که مهم‌ترین تغییرات در منطقه تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی بوده است. پاندا و همکاران

مطالعه بررسی ارتباط بین تغییرات کاربری‌ها و تأثیر خشک‌سالی‌ها بر افت آب‌های زیرزمینی در دشت مهران است.

۰۳ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ دقیقه و

۰۵ دقیقه تا ۴۶ دقیقه و ۱۵ دقیقه طول شرقی واقع شده است

(شکل ۱). بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده متوسط دمای سالانه

دشت مهران حدود ۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی آن

۲۱۲ میلی‌متر در سال است. از لحاظ شرایط اقلیمی این منطقه

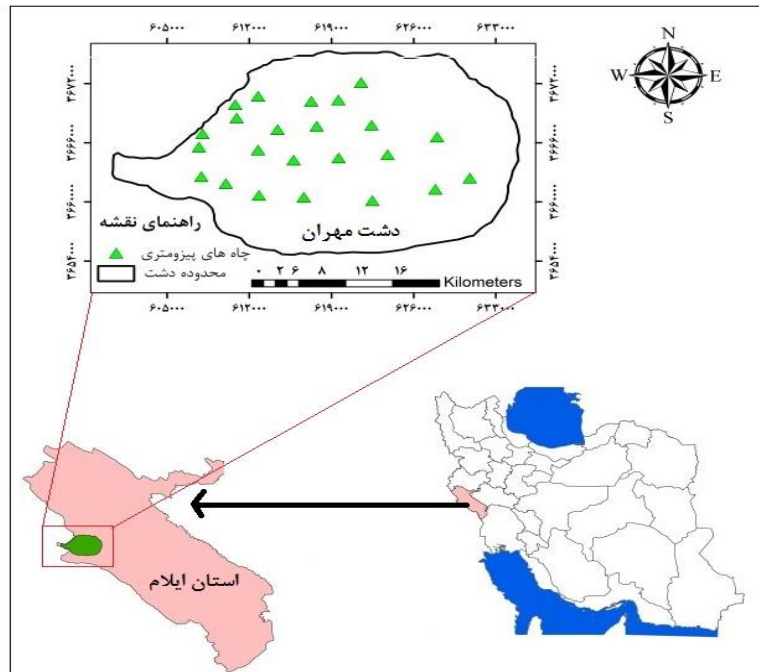
جزو مناطق نیمه‌خشک معتدل است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه بیابانی مهران در جنوب غربی ایلام به مساحت ۴۹۵

کیلومترمربع قرار دارد، که در محدوده جغرافیایی ۳۳ درجه و

۳۳ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ دقیقه و ۰۵ دقیقه طول شرقی واقع شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

آب‌های زیرزمینی با استفاده از خطوط ارتفاعی منطقه به دست آمد که از سمت شرق به غرب می‌باشد. موقعیت سطح ایستابی و افت آبخوان در طول سال‌های آبی ۱۳۷۳-۱۳۹۳ برای ۲۳ حلقه چاه مشاهداتی در محدوده اصلی آبخوان به شکل هیدروگراف محاسبه شد. هدف از ترسیم هیدروگراف آبخوان به دست آوردن دید کلی از روند تغییرات سطح آب زیرزمینی بود. به دلیل آنکه چاه‌های پیژومتری موجود نمی‌توانند تمامی سطح آبخوان را پوشش دهند، از روش‌های میان‌یابی برای به دست آوردن تراز دشت و میزان افت استفاده شد. در این پژوهش روش میان‌یابی IDW مورد استفاده قرار گرفت، این روش یکی از معمول‌ترین تکنیک‌های میان‌یابی نقاط پراکنده در فضا است. در روش IDW

داده‌های مورد نیاز: در این مطالعه تجزیه و تحلیل داده‌های آب زیرزمینی با استفاده از آمار برداشت شده از ۲۳ حلقه چاه پیژومتری موجود در منطقه صورت گرفت (شکل ۱). جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از تصاویر سنجنده TM و ETM+ ماهواره لندست ۷ در طی سه دوره زمانی ۱۳۶۸، ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ در نرم‌افزار ENVI 4.7 و برای صحت کاربری‌ها از نمونه‌برداری زمینی و به منظور تهیه نقشه خروجی از نرم‌افزار Arc GIS 10.2 استفاده گردید.

آنالیز داده‌ها: در این مطالعه تجزیه و تحلیل داده‌های آب زیرزمینی با استفاده از آمار برداشت شده از ۲۳ حلقه چاه پیژومتری موجود در منطقه صورت گرفت. سپس جهت حرکت

همکاران، ۲۰۰۵؛ پاک پرور و همکاران ۲۰۱۲). روش حداکثر احتمال، واریانس و کوواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند. در حقیقت نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند، بنابراین تا حد امکان باید از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره‌ی پیوسته قرار گیرد؛ بنابراین شرط توزیع نرمال در روش حداکثر احتمال اهمیت خاصی دارد (علوی پناه، ۱۳۸۵). به این منظور، بر اساس بررسی‌های میدانی صورت گرفته و نیز مبنا قرار دادن سطح اول طبقه‌بندی، برای جداسازی طبقات کاربری زمین به تهیه نمونه‌های تعلیمی پرداخته شد. تعداد پیکسل‌های انتخاب شده به‌عنوان نمونه‌های تعلیمی در هر یک از سال‌های مورد بررسی برحسب وسعت کاربری‌ها انتخاب شدند و با توجه به اینکه نمونه‌های تعلیمی به‌عنوان نسبتی از کل تصویر، نمایانگر یک تا پنج درصد پیکسل‌ها هستند (ریچارد و جیا، ۱۹۹۹). در مجموع ۵ تا ۱۰ درصد از کل پیکسل‌های تصویر به‌عنوان نمونه‌های تعلیمی انتخاب شدند و سپس طبقه‌بندی تصویر صورت گرفت. لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از میزان صحت و درستی آن است. صحت اطلاعات در واقع میزان احتمال درستی اطلاعات است (وریکات، ۱۹۹۷) متداول ترین روش برای ارزیابی کمی صحت طبقه‌بندی، انتخاب تعدادی پیکسل از پیکسل‌های نمونه معلوم و مقایسه کلاس آن‌ها با نتایج طبقه‌بندی است. این داده‌های معلوم را واقعیت زمینی یا داده‌های مرجع می‌نامند. انجام نمونه‌برداری از طریق بازدید زمینی یا با استفاده از داده‌های قبلی نظیر نقشه‌های موجود یا تصاویر هوایی موجود، صورت می‌پذیرد. جمع‌آوری نمونه‌ها در این بخش نیز مانند جمع‌آوری داده‌های مرحله تمیینی برای طبقه‌بندی با توجه به روش نمونه‌برداری خواهد بود. نمونه‌ها به نرم‌افزار معرفی می‌شوند و محاسبات لازم انجام می‌پذیرد. معمولاً نتایج ارزیابی صحت به‌صورت خطا ارائه می‌گردند که در این صورت انواع پارامترها و مقادیری که بیانگر صحت یا نوعی خطا

برای هر یک از نقاط اندازه‌گیری وزنی بر اساس فاصله بین آن نقطه تا موقعیت نقطه مجهول در نظر گرفته می‌شود. سپس این اوزان توسط توان وزن‌دهی کنترل می‌شوند. چنین فرض می‌شود که نقاط نزدیک به یکدیگر شباهت بیشتری به نقاط دورتر دارند؛ بنابراین نقاط نزدیک‌تر دارای وزن بیشتری هستند (جانستون، ۲۰۰۱). مقدار نقاط مجهول (S_0) از طریق ترکیب خطی نقاط معلوم (S_i) در اطراف نقطه مجهول با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^m \lambda_i z(S_i) \quad [1]$$

وزن هر نقطه معلوم (λ_i) بر اساس فاصله آن تا نزدیک‌ترین نقطه معلوم بعدی با استفاده از یک تابع فاصله‌ای غیرخطی زیر محاسبه می‌شود (رابطه ۳) (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۷).

$$\lambda_i = \frac{d_{i_0}^{-p}}{\sum_{i=1}^m d_{i_0}^{-p}}, \sum_{i=1}^m \lambda_i = 1 \quad [2]$$

در رابطه ۲، فاصله بین نقطه معلوم تا نقطه مجهول را نشان می‌دهد. از روش IDW تاکنون در رابطه با مطالعات اقلیمی زیادی استفاده شده است (پری و هولیس، ۲۰۰۵؛ بوشند و همکاران، ۲۰۰۸) روش IDW برای مناطقی که تعداد داده‌های معلوم زیاد نباشد، روش مناسبی است (اسلویتز، ۲۰۰۹). بر اساس اهداف این تحقیق می‌باید نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه حتی‌الامکان به‌صورت دقیق بر اساس تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای تهیه شوند. لذا از بین روش‌های تجزیه و تحلیل تصاویر باید روشی انتخاب شود که نقشه‌های کاربری دقیق حاصل شود. جهت تحلیل و پردازش تصاویر ماهواره‌ای از باندهای $G(3)$ ، $B(2)$ و $R(4)$ مربوط به سنجنده TM و ETM ماهواره لندست ۷ استفاده شد. به منظور تهیه نقشه تغییرات کاربری اراضی پس از بررسی خطاهای هندسی، رادیومتری و اتمسفری با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال که بنا بر نتایج تحقیقات پیشین از صحت و دقت بالاتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها برخوردار بود، تصاویر پردازش شدند (کولهوون و

در این رابطه OA دقت کل، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی و $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است. به دلیل ایرادات وارده بر دقت کل، اغلب در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مورد توجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مورد توجه قرار می‌دهد. شاخص کاپا از رابطه ۴ محاسبه می‌شود (بنیاد و حاجی قادری، ۲۰۰۷).

$$Kappa = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} * 100 \quad [4]$$

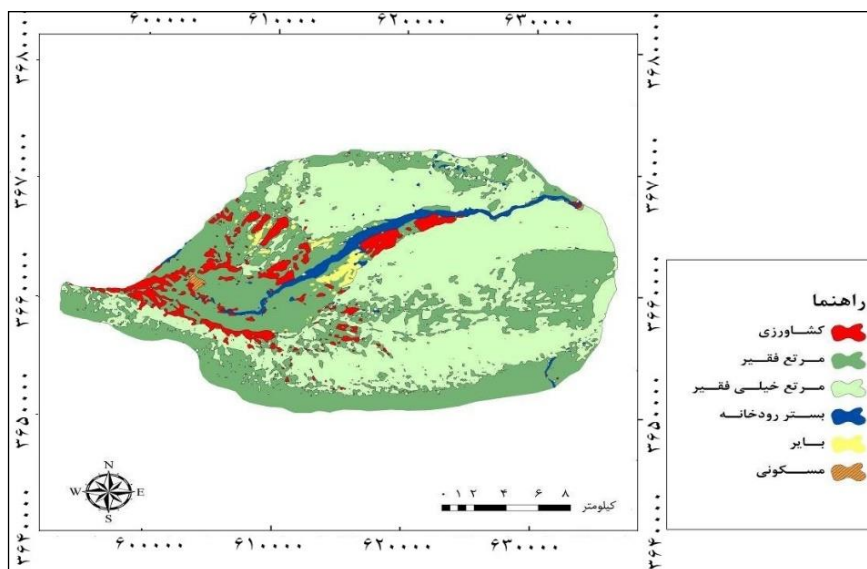
که در آن P_0 درستی مشاهده شده P_c توافق مورد انتظار است.

در نتایج هستند از این ماتریس استخراج می‌شوند (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۱). برآورد صحت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری خیلی مهم هستند. برای ارزیابی دقت و صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، با قطع دادن نقشه‌های طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیت زمینی حاصل از مطالعات میدانی، ماتریس خطا تشکیل می‌شود. از نظر تئوری احتمالات، دقت کل نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی باشد. زیرا در این شاخص نقش شانس قابل توجه است. دقت کل از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه ۳ به دست می‌آید (علوی پناه، ۱۳۸۵).

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad [3]$$



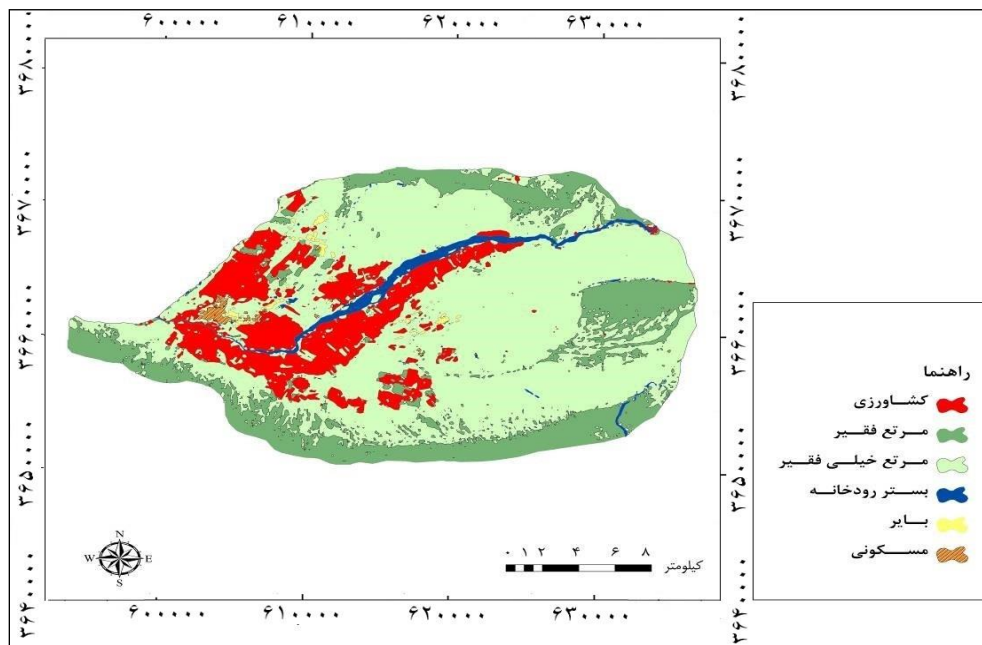
شکل ۲- هیدروگراف تراز آب زیرزمینی و بارش دشت طی سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۹۳.



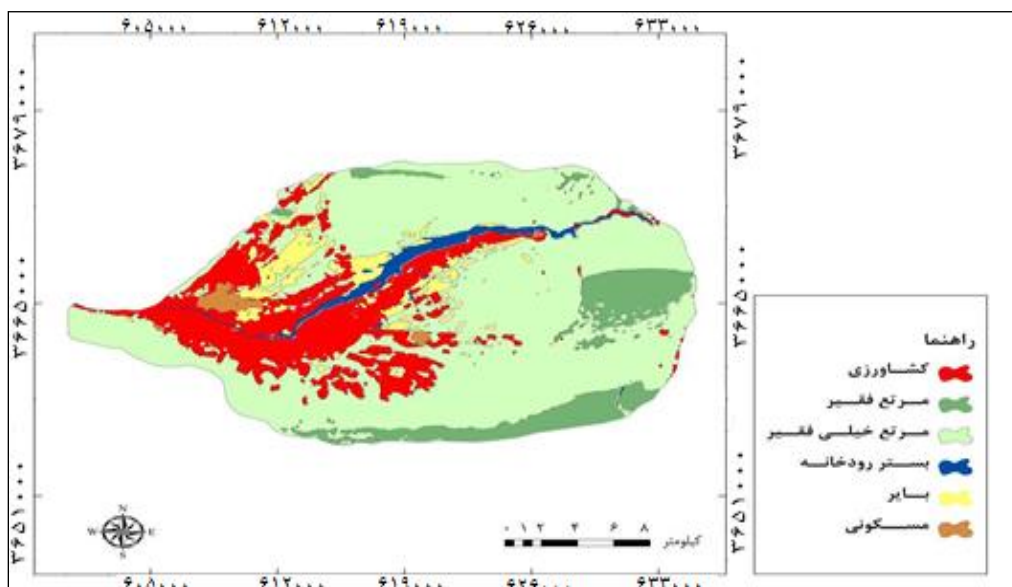
شکل ۳- نقشه کاربری اراضی حاصل از پردازش تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۶۸

جدول ۱- ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای نقشه کاربری‌های استخراج شده در سال‌های مورد بررسی

| سال | ضریب کاپا | دقت کلی |
|------|-----------|---------|
| ۱۳۶۸ | ۰/۹۵ | ٪۹۶ |
| ۱۳۸۱ | ۰/۹۴ | ٪۹۵ |
| ۱۳۹۴ | ۰/۹۲ | ٪۹۳ |



شکل ۴- نقشه‌ی کاربری اراضی حاصل از پردازش تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۱



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی حاصل از پردازش تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۴

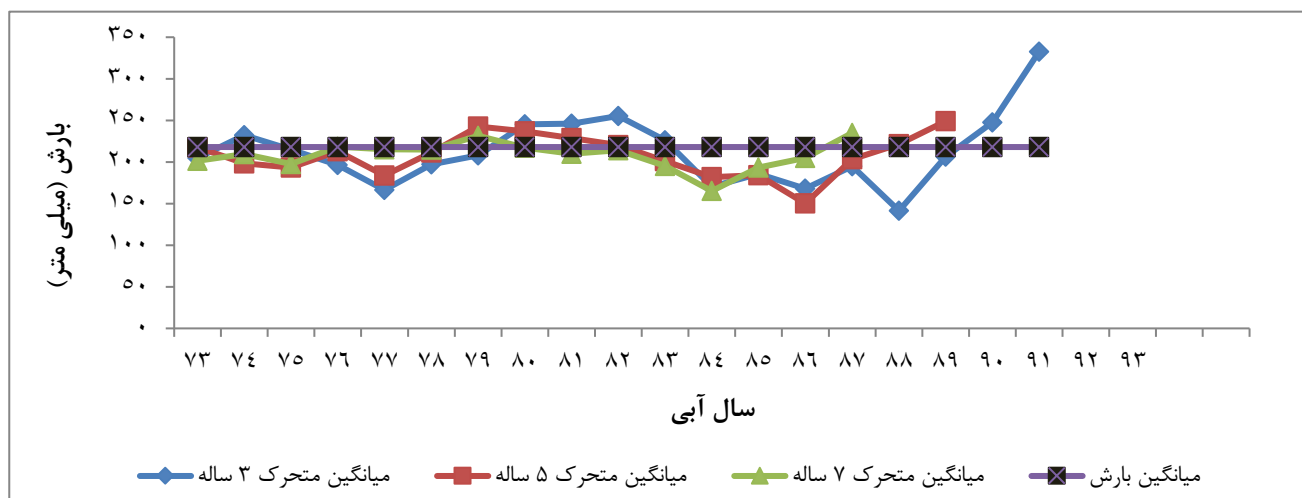
اساس وسعت کاربری مرتع فقیر از سال ۱۳۶۸ تا سال ۱۳۹۴ مساحتش حدود ۳۱ درصد به مقدار ۱۵۳۴۷ هکتار کاهش داشته است.

میانگین متحرک: برای بررسی تأثیر دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله نیز برای حوزه ترسیم شد (شکل ۷). همان‌طور که در شکل (۶) نشان داده شده است، در سال‌های شروع دوره اول منطقه خشک‌سالی‌هایی را پشت سر گذاشته است. از سال ۷۸ تا ۸۲ در منطقه ترسالی‌هایی روی داده است. در سال‌های ۸۳ تا ۸۹ منطقه با خشک‌سالی مواجه شده و همین خشک‌سالی یکی از دلایل افت بیشتر آب زیرزمینی در طی دوره دوم است.

مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی شکل‌های ۳، ۴ و ۵ در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ نشان می‌دهد که مساحت برخی طبقه‌های مورد استفاده از اراضی مانند کشاورزی، مناطق مسکونی، بایر و مرتع خیلی فقیر افزایش داشته و کاربری مرتع فقیر کاهش داشته است. مساحت انواع کاربری اراضی در جدول (۲) ارائه شده است. بر اساس این جدول، سطح اراضی کشاورزی از ۲۷۵۵ هکتار، در سال ۱۳۶۸ به ۹۵۳۳ هکتار، در سال ۱۳۹۴ تغییر یافته است و همچنین کاربری مرتع خیلی فقیر نیز از مساحت ۲۴۴۶۲ به ۳۰۴۲۳ هکتار در همان سال رسیده است و بیشترین وسعت منطقه در هر سه دوره را به خود اختصاص داده در مقابل کاربری آب (بستر رودخانه) کمترین وسعت را داراست. بر این

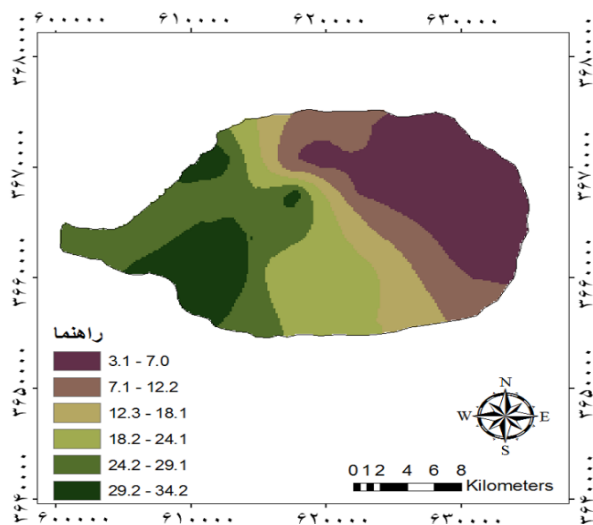
جدول ۲- مساحت طبقات کاربری اراضی طی سه سال مورد بررسی

| مساحت کاربری اراضی به هکتار و درصد | | | | | | نوع کاربری |
|------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
| ۱۳۹۴ | ۱۳۹۴ (هکتار) | ۱۳۸۱ (درصد) | ۱۳۸۱ (هکتار) | ۱۳۶۸ (درصد) | ۱۳۶۸ (هکتار) | |
| ۱۹/۲۵ | ۹۵۳۳ | ۱۴/۹۷ | ۷۴۱۳ | ۵/۵۶ | ۲۷۵۵ | کشاورزی |
| ۱۰/۱۸ | ۵۰۴۲ | ۲۱/۷۸ | ۱۰۷۹ | ۴۱/۱۶ | ۲۰۳۸۹ | مرتع فقیر |
| ۶۱/۴۲ | ۳۰۴۲۳ | ۵۹/۹۴ | ۲۹۶۹۱ | ۴۹/۳۸ | ۲۴۴۶۲ | مرتع خیلی فقیر |
| ۵/۳۷ | ۲۶۶۳ | ۰/۵۴ | ۲۶۷ | ۱/۰۳ | ۵۰۸ | بایر |
| ۲/۵۶ | ۱۲۶۸ | ۲/۲۸ | ۱۱۳۰ | ۲/۷۲ | ۱۳۴۶ | بستر رودخانه |
| ۱/۲۳ | ۶۰۶ | ۰/۴۹ | ۲۴۴ | ۰/۱۵ | ۷۵ | مناطق مسکونی |



شکل ۶- نمودار میانگین متحرک ۳، ۵، ۷ ساله منطقه مورد مطالعه

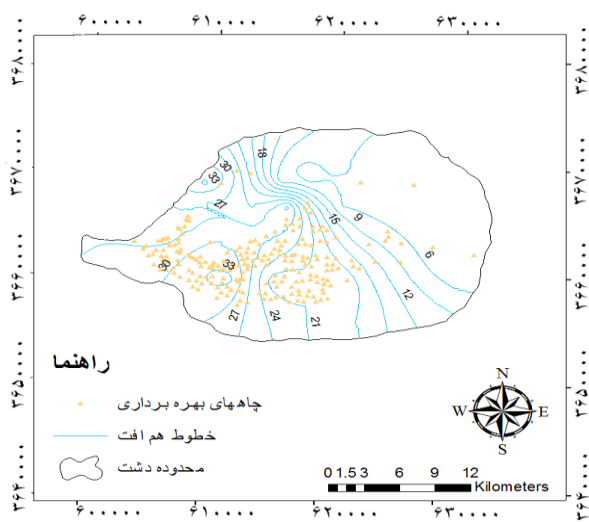
نشان دهنده روند نزولی تراز آب در کل دوره بوده است، نقشه هم‌افت نیز برای منطقه تهیه شد (شکل ۳). نقشه هم‌افت سطح آب زیرزمینی دشت مهران، افتی بین ۵ تا ۴۰ متر را در بخش های مختلف آبخوان نشان می‌دهد، در این منطقه ۲۲۳ حلقه چاه بهره‌برداری وجود دارد که در شکل (۷) نشان داده شده‌اند. بیشترین افت در نواحی غرب و جنوب غربی مشاهده می‌شود که به دلیل پمپاژ بیش از اندازه از چاه‌ها و وجود کاربری کشاورزی است. به همین منظور نقشه افت منطقه نیز برای نشان دادن دقیق میزان افت منطقه در نقاط مختلف ترسیم شد (شکل ۸).



شکل ۸- نقشه افت دشت مهران در بازه زمانی ۱۳۷۳-۱۳۹۳

در مطالعه تغییر کاربری اراضی منطقه مرودشت یزد بیان داشتند که سطح کویر مرطوب، اراضی بیابانی و اراضی مرتعی به ترتیب ۶/۸، ۲/۹ و ۱/۵ درصد کاهش و سطح اراضی کشاورزی و نواحی مسکونی به ترتیب ۷۷/۸ و ۱۵۳ درصد افزایش یافته است. همچنین در طی این دوره شوری خاک سطحی در اراضی کویری به شدت افزایش، در اراضی کشاورزی و مرتعی افزایش و در اراضی بیابانی کاهش و در بقیه نواحی تغییری نداشته است از دلایل اصلی افت شدید سفره آب زیرزمینی افزایش تکرار خشک‌سالی و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی به دلیل تغییر کاربری اراضی به کشاورزی بوده است. بررسی میزان بارش در دشت مهران حاکی از آن بود در اکثر سال‌ها بارش کمتر از میانگین بلندمدت

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده شد دوره دوم حتی افتی بیشتر از متوسط سالیانه داشته است و با توجه به نتایج تغییرات کاربری اراضی، در طی این دوره بر میزان اراضی کشاورزی و مسکونی افزوده شده است که خود یکی از دلایل افت آب زیرزمینی است. سپس، میزان بارندگی در طول دوره بررسی شد که نتایج نشان داد در طی دوره دوم میزان بارندگی نسبت به دوره اول کاهش یافته است. همچنین خشک‌سالی‌های اتفاقی افتاده در دوره دوم علتی بر افت تراز آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه می‌باشند. نتایج حاصل از هیدروگراف آب زیرزمینی



شکل ۷- نقشه هم‌افت ۱۳۷۳-۱۳۹۳

نتایج ارزیابی تغییرات کاربری طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۸ نشان داد که وسعت اراضی کشاورزی در طی این دوره به میزان ۱۳/۶۹ درصد و مناطق مسکونی به میزان ۱/۰۸ درصد افزایش یافته است. در طی این دوره تغییرات کاربری به سمت بیابانی شدن منطقه بوده است به طوری که در طول دوره وسعت اراضی بایر و مراتع خیلی فقیر به ترتیب ۴/۳۶ و ۱۲/۰۴ درصد افزایش داشته‌اند و وسعت مراتع خیلی فقیر به میزان ۳۰/۹۸ درصد کاهش یافته است. بررسی تراز آب زیرزمینی دشت مهران در این پژوهش نشان داد که در طول ۲۰ سال به میزان ۱۶/۹ متر از سطح تراز آب زیرزمینی کاسته شده است و دشت سالیانه افتی حدود ۸۴ سانتی‌متر داشته است. دشتکیان و همکاران نیز در سال ۱۳۹۰

پور رضا، م.، زهتابیان، غ.، خسروی، ح.، راهداری، م. ۱۳۹۳. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر روی تخریب زمین و بیابان‌زایی در حوزه آبخیز روانسر. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال چهارم، شماره ۱۶، ۸۵-۷۳.

خدائی، ک.، شهسواری، ع.، اعتباری، ب.، هاتفی، ر. ۱۳۸۴. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری ذاتی آبخوان دشت جوبین در مقابل آلودگی با استفاده از روش‌های GODS و DRASTIC. کمیته تحقیقات شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان.

خواجه‌الدین، س.ج. ۱۳۸۶. روند بیابان‌زایی در ایران. فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۷۴، ۴۲-۴۵.

دشتکیان، ک.، پاک‌پور، م.، راد، م. ۱۳۹۰. بررسی تغییر کاربری در ارتباط با شوری خاک سطحی در منطقه مرودشت یزد. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، سال سوم، شماره ۱۸، ۳۰۶-۲۹۲.

سنجری، ص.، برومند، ن. ۱۳۹۲. پایش تغییرات کاربری اراضی در سه دهه گذشته با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: منطقه زرنده کرمان). مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال چهارم، شماره ۱، ۶۷-۵۷.

عباس‌نژاد، ا.، شاهی‌دشت، ع. ۱۳۹۲. بررسی آسیب‌پذیری دشت سیرجان با توجه به برداشت بی‌رویه از سفره آب زیرزمینی منطقه. مجله جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، شماره ۷، ۸۵-۹۶.

علوی‌پناه، س. ک. ۱۳۸۵. کاربرد سنجش‌ازدور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۷ ص.

فاطمی، س. ب.، رضایی، ی. ۱۳۹۱. مبانی سنجش‌ازدور. انتشارات آزاده، چاپ ۳، ۲۹۶ ص.

قاسمی، ع.، زارع‌ابیانه، ح.، شهسوار، ا.، یعقوبی‌کیلکه، ب. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت همدان-بهار. فصلنامه علمی- پژوهشی گیاه و زیست‌بوم، سال ششم، شماره ۳۳، ۱۲۷-۱۰۹.

رضایی، ح.، پیشگاهی، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی اثر احداث آب‌بندان بر تراز آب زیرزمینی، مطالعه موردی: حوزه آبریز گرگان رود گلستان. مجله هیدروژئولوژی، شماره ۱، ۴۵-۵۷.

کرمانی، م. ن.، میرعباسی‌نحف‌آبادی، ر. ۱۳۹۶. ارزیابی روش‌های درون‌یابی در تخمین سطح آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت سرخون). مجله هیدروژئولوژی، شماره ۲، ۸۴-۹۵.

دشت بوده و همان‌طور که میانگین لغزان نشان داد، خشک‌سالی‌های متعددی در منطقه به‌ویژه از سال ۸۳ تا ۸۹ اتفاق افتاده است.

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری و خشک‌سالی‌ها بر افت آب‌های زیرزمینی بوده است. در منطقه تعداد ۲۲۳ چاه بهره‌برداری وجود دارد و عمده چاه‌ها در کاربری کشاورزی قرار گرفته که علاوه بر خشک‌سالی‌ها از دلایل افت آب در منطقه هستند. با توجه به اینکه از ابتدای دوره تا انتهای دوره مدنظر وسعت اراضی کشاورزی افزایش داشته و همچنین با افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری میزان افت آب به‌شدت افزایش داشته است. لذا می‌توان تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی را یکی از دلایل عمده افت آب زیرزمینی در منطقه دانست. با توجه به ناچیز بودن قیمت و ارزش آب، عدم توجه به الگوی کشت استفاده شده توسط کشاورزان، کاشت محصولات با نیاز آبی بالا با ارزش افزوده اقتصادی پایین، پایین بودن راندمان دستگاه‌های آبیاری سنتی کشاورزی و عدم نظارت و کنترل بر برداشت‌های غیرمجاز از طریق اضافه برداشت یا حفر چاه‌های پمپاژ آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه و سایر مناطق مختلف کشور بیشترین سهم را در هدر رفت این منابع آب زیرزمینی را به خود اختصاص داده است. لذا پلمپ کردن چاه‌های غیرمجاز و جلوگیری از اضافه برداشت‌ها یکی دیگر از اقدامات مؤثر حل بحران آب است.

منابع

اکبری، م.، جرگه، م.، مدنی‌سادات، ح. ۱۳۸۸. بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: آبخوان دشت مشهد). مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌و‌خاک، جلد شانزدهم، شماره ۴، ۷۸-۶۳.

اکرامی، م.، شریفی، ذ.، ملکی‌نژاد، ح.، اختصاصی، م. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی دشت یزد-اردکان در دهه ۱۳۷۹-۱۳۸۸. فصلنامه علمی-پژوهشی دانشکده بهداشت یزد، سال دهم، شماره ۲، ۹۱-۸۲.

- the UK. *International Journal of Climatology*. 25: 1041–1054.
- Richards J.A., Jia, X. 1999. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. Germany: Springer-Verlag Publishers. Catchment, Queensland, Australia. *Journal of Landscape and Urban Planning*. 59(1): 43-57.
- Sluiter, R. 2009. Interpolation methods for climate data. Literature review. KNMI Intern rapport; IR 2009-04. Netherlands, De Bilt.
- Smith, M. J., M. F. Goodchild and P. A. Longley. 2007. *Geospatial analysis – a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Leicester, Matador. Troubador Publishing Ltd, 516p.
- Ward A. D., Elliot W. J. 1995. *Environmental hydrology*, 2nd Edition, New York, Lewis Publishers. Wright, G.G. and J.G. Morrice, 1997. "Landsat TM spectral information to enhance the land cover of Scotland" 1988. Dataset, *International Journal of Remote Sensing*. 18(18): 3811-3834.
- Zaimin Z., Guanghui Z., Mingjiang, Y., Jinzhe, W. 2012. Spatial variability of the shallow groundwater level and its chemistry characteristics in the low plain around the Bohai Sea, North China. *Environmental Monitoring and Assessment*. 184(6): 3697-3710.
- Zhang H., Hiscock K.M. 2010. Modelling the impact of forest cover on groundwater resources: A case study of the Sherwood Sandstone aquifer in the East Midlands, UK. *Journal of Hydrology*. 392(4-3): 136-149.
- Bonyad, A.A., and Haji ghaderi, T. 2007. Mapping of Natural Forest Stands of Zanjan Province Using Landsat 7 ETM+ sensor data. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 11: 42. 627-638.
- Buishand, T. A., J. J. Beersma, R. Sluiter and T. Kroon. 2008. Definitie studie raster data meteorologie. De Bilt, KNMI / RWS Waterdienst.
- Dontree S. 2003. Land use dynamics from multi temporal remotely - sensed data: a case study Northern Thailand, *Proceedings of Map Asia*, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Johnston, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K. and Lucas, N. 2001. *Using ArcGIS geostatistical analyst (Vol. 380)*. Redlands: Esri.
- Koolhoven E., Hendrikse W., Nieuwenhuis B., Retsios M., Schouernburg L., Wang P., Buelde and Nijmeijer R. 2005. *ILWIS 3.3 Academic*, TC, Netherland.
- Lu D., Weng Q. 2008. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*. 28 (5): 823-870
- Pakparvar M, Gabriels D, Aarabi K, Edraki M, Raes D and Cornelis W. 2012. Incorporating legacy soil data to minimize errors in salinity change detection: a case study of Darab Plain, Iran. *International Journal of Remote Sensing*. 33(19): 6215-6238.
- Panda Dileep K., Mishra A., Jena S.K., James B.K., Kumar, A. 2007. The influence of drought and anthropogenic effects on groundwater levels in Orissa, India. *Journal of hydrology*. 343: 140- 153.
- Perry, M. and D. Hollis. 2005. The generation of monthly gridded datasets for a range of climatic variables over