



اثرهای ناشی از تغییرهای کاربری زمین بر کیفیت آب کشاورزی در دشت کرمان با استفاده از روش سنجش از دور

طیبه مصباح زاده^{۱*} و فرشاد سلیمانی ساردو^۲

^۱ گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۲ گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸

مصباح زاده، غ. و ف. سلیمانی ساردو. ۱۳۹۷. اثرهای ناشی از تغییرهای کاربری زمین بر کیفیت آب کشاورزی در دشت کرمان با استفاده از روش سنجش از دور. فصلنامه علوم محیطی. ۱۶(۴): ۳۳-۴۶.

سابقه و هدف: کاربری زمین همواره یکی از مهمترین شاخص‌هایی بوده است که انسان از طریق آن محیط‌زیست خود را تحت تأثیر قرار داده است. کاربری فعالیتی است که انسان از طریق مصرف منابع‌های طبیعی زمین‌های رشد و پیشرفت اجتماعی اقتصادی خود را فراهم کرده و در عین حال ساختارها و فرآیندهای موجود در محیط‌زیست را تغییر می‌دهد. یکی از مهمترین منابع‌هایی که در این دهه از طریق تغییر کاربری زمین مورد آسیب قرار گرفته است، منابع‌های آب بویژه آب زیرزمینی است. با توجه به اهمیت منابع‌های آب زیرزمینی در تأمین آب شرب و کشاورزی، پایش کیفی و توزیع زمانی و مکانی روند تغییرهای آن، از مباحث‌های مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب است. از این رو تحقیق حاضر به بررسی اثرهای ناشی از تغییر کاربری بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت کرمان می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: برای تهیه نقشه کاربری زمین دشت کرمان از تصویرهای ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ که به ترتیب دارای سنجنده‌های TM (۱۳۶۵)، ETM+ (۱۳۸۰) و سنجنده OLI (۱۳۹۵) می‌باشند، استفاده شد. همچنین به منظور بررسی روند تغییرهای کیفی منابع‌های آب زیرزمینی دشت کرمان از آمار و اطلاعات سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۶ استفاده شد. سپس نقشه‌های پارامترهای کیفی در محیط Arc GIS 9.3 ترسیم شد. در ادامه این نقشه‌ها با استفاده از طبقه بندی برای مصرف‌های کشاورزی بر اساس روش ویلکوکس پهنه بندی شدند و منطقه‌های بحرانی و آلوده روی آن‌ها مشخص گردید.

نتایج و بحث: با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای منطقه مورد بررسی به سه واحد کاربری تقسیم شده است. این واحدها شامل منطقه‌های مسکونی، زمین کشاورزی و زمین مرتعی است. کیفیت آب کشاورزی را از روی دیاگرامی به نام دیاگرام ویلکوکس به دست آمد. نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی پارامترهای آب زیرزمینی برای مصرف‌های کشاورزی بر اساس روش ویلکوکس ترسیم شده است. در نهایت با روی هم انداختن لایه‌های SAR و EC با نرم افزار ArcGIS 9.3 وضعیت کیفی آب منطقه برای مصرف‌های کشاورزی بر اساس طبقه بندی ویلکوکس در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۳ تهیه شد (شکل ۶) و مساحت هر کدام از گروه‌ها محاسبه گردید.

* Corresponding Author. E-mail Address: tmesbah@ut.ac.ir

نتیجه‌گیری: همچنین تغییرهای کاربری نشان داد که در کلاس کاربری مرتع روند کاهشی اتفاق افتاده است. به طوری که در مدت ۳۰ سال ۶۹۱/۱ کیلومتر مربع از سطح زمین‌های مرتعی کاهش یافته است. همچنین سطح زمین‌های کشاورزی و منطقه‌های مسکونی افزایش یافته، که این افزایش به مراتب بیشتر از زمین‌های کشاورزی است. بر اساس طبقه بندی ویلکوکس پارامترهای EC و SAR در مدت این دوره روند رو به افزایش داشته، ولی روند افزایش پارامتر EC بیشتر بوده است. برای پارامتر EC، کمابیش بیشتر منطقه دارای میزان بالایی از این عنصر می‌باشد، که شدت آن در قسمت‌های غرب منطقه بیش از دیگر منطقه‌ها است و با گذشت زمان بر شدت آن افزوده شده است. برای عنصر SAR نیز بررسی‌ها نشان داد که میزان این عنصر در سال ۱۳۸۰ در تمامی منطقه در کلاس خوب قرار داشته و در سال ۱۳۹۳ بخش‌های غربی منطقه مورد بررسی در کلاس متوسط قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: کاربری زمین، دیاگرام ویلکوکس، تصاویر ماهواره‌ای، دشت کرمان.

مقدمه

بررسی روند تغییرپذیری‌های کاربری زمین به انجام رسیده است که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های *et al., , Mondal et al., 2014* ، *Deng et al., 2008* ، *et al., , 2015* ، *Rawat et al., 2015* ، *Bhatt 2015* ، *et al., Owuor et al., 2016* ، *Butt et al., 2015* ، *Hegazy et al., 2015* ، *Poulami et al., 2012* ، *Halmy et al., 2016* ، *et al., 2015* ، *Mondal et al., 2015* ، *Dhanasekar et al., 2015* ، *Uddin et al., 2017* ، *Robertson et al.* اشاره کرد. با توجه به اهمیت منابع‌های آب زیرزمینی در تأمین آب شرب و کشاورزی، پایش کیفی و توزیع زمانی و مکانی روند تغییرهای آن، از مباحث‌های مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع‌های آب می‌باشد. در زمینه بررسی کیفیت آب برای مصرف‌های مختلف از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از شاخص‌هایی که برای تعیین کیفیت آب زیرزمینی برای مصرف‌های کشاورزی تعیین شده است، دیاگرام ویلکوکس^۱ است و می‌توان به پژوهشگرانی نظیر *et al., 2016* ، *Sridhar et al., 2017* ، *Alavi et al., 2014* ، *Aghazadeh et al., 2017* ، *Bhuriya et al., 2015* ، *Ghanbari et al., 2017* ، *et al., 2015* ، *Kumar et al., 2014* ، *Venkatramanan et al., 2015* ، *Haile et al., 2017* ، *Agrawal et al.* اشاره کرد. نتایج این پژوهشگران که در منطقه‌های مختلفی از جهان به انجام رسیده است، نشان دهنده این نکته است که شاخص ویلکوکس برای تعیین کیفیت آب زیرزمینی برای

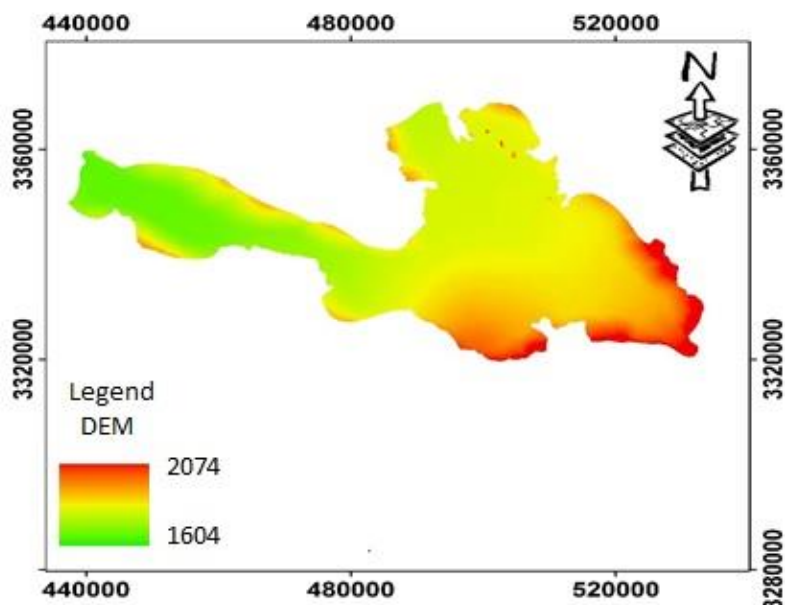
اکوسیستم‌ها در سراسر جهان در هر دو مقیاس زمانی و مکانی در حال تغییر هستند و دلیل این تغییرها می‌تواند طبیعی، انسانی و ترکیبی از این دو نوع باشد (Coppin, 2004). تغییر در اکوسیستم‌ها به عنوان تغییر در اجزای پوشش گیاهی و یا به عنوان جابجایی مکانی و طیفی در طول زمان تعریف می‌شود (Milne, 1988). تشخیص به موقع و دقیق تغییر ویژگی‌های سطح زمین، پایه و اساس درک بهتر روابط و تعامل‌های بین انسان و پدیده‌های طبیعی را فراهم می‌کند و سبب مدیریت بهتر و استفاده بهینه از منابع‌ها می‌گردد (LUD et al., 2004). شرایط و وضعیت منابع‌های طبیعی هر کشور نشانه‌ای از توسعه پایدار در آن کشور است. افزایش جمعیت و بهره‌برداری بیش از حد از این منابع‌ها، سبب شده تا تخریب زمین‌ها رو به افزایش باشد. تخریب زمین‌ها به دلیل اثرهای بلندمدت بر منابع‌های پایه به عنوان یکی از مهمترین مشکل‌های منابع‌های طبیعی به شمار می‌رود (Jahani Shakib et al., 2014). کاربری زمین همواره یکی از مهمترین شاخص‌هایی بوده است که انسان از طریق آن محیط‌زیست خود را تحت تأثیر قرار داده است. کاربری، فعالیتی است که انسان از طریق مصرف منابع‌های طبیعی سبب رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی خود را فراهم کرده و در عین حال ساختارها و فرآیندهای موجود در محیط‌زیست را تغییر می‌دهد. در این راستا پژوهش‌های بسیاری در سطح جهانی بر روی

به بررسی اثرهای ناشی از تغییر کاربری بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت کرمان می‌پردازد.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی محدوده‌ی دشت کرمان واقع در استان کرمان بخشی از حوزه آبخیز کویر درانجیر است که بخشی از حوزه آبخیز مرکزی ایران است. این محدوده کمابیش در جنوب غرب دشت لوت با وسعت ۲۰۳۰ کیلومتر مربع واقع شده است. منطقه مورد بررسی از شمال به زرنند، از شرق به شهداد، از غرب به رفسنجان و از جنوب به بردسیر و قریه‌العرب محدود می‌گردد. دشت کرمان بین طول‌های جغرافیایی ۵۶ درجه و ۲۰ دقیقه و ۵۶ ثانیه الی ۵۷ درجه و ۲۰ دقیقه و ۵۰ ثانیه شرقی و عرض ۳۰ درجه و ۰ دقیقه و ۲۳ ثانیه تا ۳۰ درجه و ۲۷ دقیقه و ۵ ثانیه شمالی واقع شده است. موقعیت دشت کرمان در کشور و استان کرمان در شکل ۱ نشان داده شده است.

مصرف‌های کشاورزی مناسب است. از سویی، یکی از مهمترین منبع‌هایی که در این دهه از طریق تغییر کاربری زمین مورد آسیب قرار گرفته است، منبع‌های آب بویژه آب زیرزمینی است. روش‌های گوناگونی برای ارزیابی تأثیر تغییرهای کاربری زمین بر هیدرولوژی آب-های زیرزمینی وجود دارد که یک روش مستقیم مربوط به ارتباط تغییرهای کاربری زمین، پوشش سرزمین بر کیفیت آب زیر زمینی است (Scanlon *et al.*, 2005). در زمینه ارزیابی تأثیر تغییرهای کاربری زمین بر ویژگی-های منبع‌های آب زیرزمینی بررسی‌های مختلفی صورت گرفته که در ادامه به بعضی از آن‌ها اشاره شده است: پژوهش‌های (Narany *et al.*, 2017, Pulido- *et al.*, 2015, Li *et al.*, 2014, Wellman *et al.*, 2014, Velazquez *et al.*, 2014, Robertson *et al.*, 2014, Arunprakash). با توجه به مرور منبع‌ها، انجام پژوهشی در زمینه اثرهای تغییرهای کاربری زمین بر کیفیت آب زیرزمینی در اکوسیستم‌های حساس بویژه منطقه‌های خشک ضروری به نظر می‌رسد. از این رو تحقیق حاضر



شکل ۱- محدوده دشت کرمان
Fig. 1- Geographical location of Kerman Plain

کاربری زمین

برای تهیه نقشه کاربری زمین دشت کرمان تصویرهای ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ که به ترتیب دارای سنجنده‌های TM (۱۳۶۵)، ETM+ (۱۳۸۰) و سنجنده OLI (۱۳۹۵) می‌باشند، استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده
Table 1. Satellite images used in this study

ماهواره Satellite	سنجنده Sensor	زمان جمع آوری Collection time	قدرت تفکیک مکانی (متر) Resolution(m)	تعداد باندها Number of bands
لندست ۵ Land sat5	TM	مهر ۱۳۶۵ October, 1986	28.5	7
لندست ۷ Land sat7	ETM+	مهر ۱۳۸۰ October, 2001	28.5	7
لندست ۸ Land sat8	OLI	مهر ۱۳۹۵ October, 2016	30	9

با توجه به کاربری‌های موجود در منطقه، هدف‌های تحقیق و قابلیت تصویرهای مورد استفاده در استخراج اطلاعات به‌ویژه تهیه نقشه کاربری زمین، بازدیدهای میدانی، تفسیر بصری و نرم‌افزار Google Earth نمونه‌های تعلیمی با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی ساده برداشت شد. نمونه‌های برداشت‌شده سه طبقه کاربری زمین شامل زمین کشاورزی، زمین مرتعی و زمین مسکونی را شامل گردید. پس از اعمال پیش‌پردازش‌های موردنیاز مانند تصحیح‌های اتمسفری و رادیومتریک به منظور استخراج نقشه‌های کاربری زمین الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده و روش حداکثر احتمال در محیط نرم افزار ENVI4.8 استفاده شدند. الگوریتم مذکور بر پایه انتخاب نمونه‌های تعلیمی توسط کاربر و بازدیدهای میدانی استوار است. برای انتخاب باند مناسب برای طبقه‌بندی از شاخص OIF براساس ضریب همبستگی باندها و پراکنش اطلاعات در باندها استفاده گردید. این شاخص با استفاده از دو آماره همبستگی و انحراف معیار

و با استفاده از سه باند تصویرهای ماهواره‌ای به بهترین ترکیب باندی می‌رسد که از رابطه زیر به دست می‌آید:

OIF = مجموع انحراف معیار تقسیم بر مجموع قدر مطلق ضرایب همبستگی

در صورتی که سه باند با علامت‌های a، b و c وجود داشته است در این حالت رابطه OIF به صورت زیر قابل اجراست:

$$OIF = \frac{sd_a + sd_b + sd_c}{|cc_{a,b}| + |cc_{a,c}| + |cc_{c,b}|} \quad (1)$$

sd_a : انحراف معیار باند اول تصویر ماهواره‌ای (R)

sd_b : انحراف معیار باند دوم تصویر ماهواره‌ای (G)

sd_c : انحراف معیار باند دوم تصویر ماهواره‌ای (B)

$cc_{a,b}$: همبستگی بین باند اول و دوم،

$cc_{a,c}$: همبستگی بین باند اول و سوم،

$cc_{c,b}$: همبستگی بین باند دوم و سوم

به منظور محاسبه انحراف معیار و همبستگی بین باندها از بخش Quick statistic نرم‌افزار ENVI5.1 استفاده شد. پس از تفسیر منحنی انعکاس طیفی و تحلیل مشخصات آماری طبقات، ترکیب باندی ۴، ۳، ۲ به عنوان بهترین ترکیب باندی تصاویر TM و ETM+ و ترکیب باندی ۵، ۴، ۳ به عنوان بهترین ترکیب باندی تصویر OLI برای طبقه‌بندی پیشنهاد گردید.

ارزیابی نقشه‌های کاربری زمین

تک پارامترهایی نظیر ضریب کاپا و صحت کلی، تنها با کل طبقه‌بندی سر و کار دارند و اطلاعاتی در مورد تک‌تک کلاس‌ها و یا توزیع مکانی خطا نمی‌دهند. بنابراین برای برآورد دقت کلی و دقت تک‌تک کلاس‌ها از عامل-های آماری ماتریس خطا یعنی دقت تولیدکننده، دقت کاربر، خطای گماشته شده و خطای حذف‌شده استفاده شد.

کیفیت آب زیرزمینی

همچنین به منظور بررسی روند تغییرهای کیفی منابع‌های آب زیرزمینی دشت کرمان از آمار و اطلاعات سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۶ استفاده و سپس نقشه‌های پارامترهای کیفی در محیط ARC GIS 9.3 رسم شد. سپس این نقشه‌ها با استفاده از طبقه بندی برای مصرف‌های کشاورزی بر اساس روش ویلکوکس پهنه بندی شدند و منطقه‌های بحرانی و آلوده روی آن‌ها مشخص گردید.

شامل منطقه‌های مسکونی، زمین کشاورزی و زمین مرتعی است. نقشه‌های طبقه‌بندی کاربری‌ها برای منطقه-ی مورد پژوهش در سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۶ در شکل ۲ نشان داده شده است.

همچنین مساحت تمام کاربری‌ها در سال‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین تغییر کاربری‌ها در مدت این دوره نیز در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- مساحت کاربری‌ها در دوره‌های مختلف

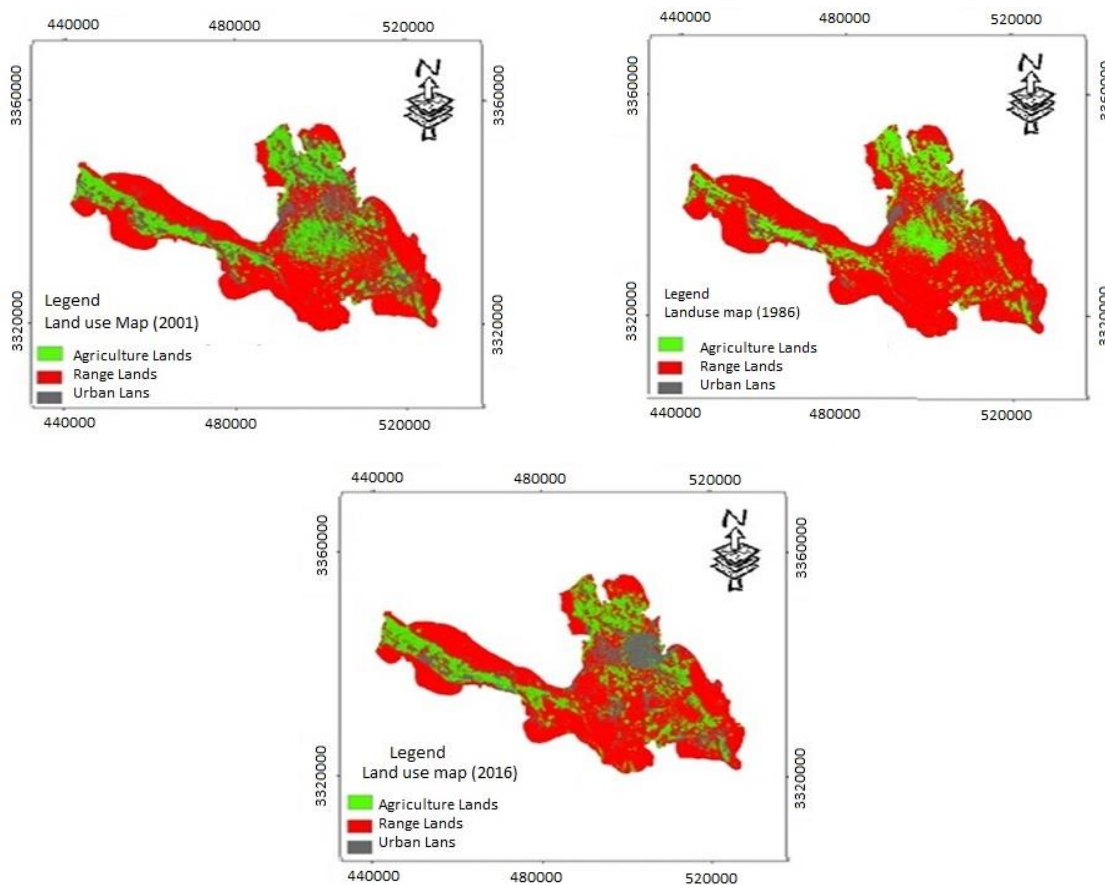
Table 2. Area of each land use in different periods

زمین مسکونی (کیلومتر مربع) urban land (km ²)	زمین مرتعی (کیلومتر مربع) Range land (km ²)	زمین کشاورزی (کیلومتر مربع) Agriculture land (km ²)	سال year
147	1434	444	1986
273	1276	476	2001
312	1215	498	2016

نتایج و بحث

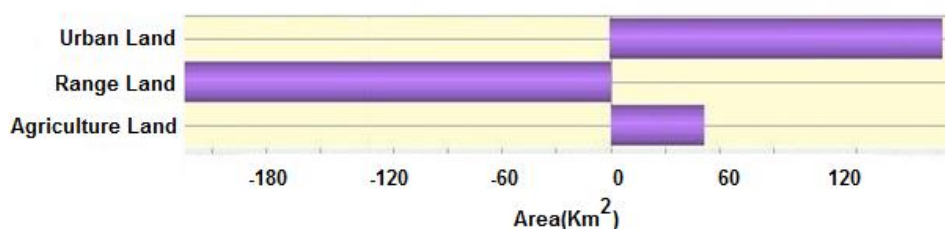
کاربری زمین

با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای منطقه مورد بررسی به سه واحد کاربری تقسیم شده است. این واحدها



شکل ۲- نقشه کاربری زمین دشت کرمان در سال‌های مختلف

Fig. 2- Land use map of Kerman Plain in different years



شکل ۳- میزان تغییر کاربری زمین در طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۹۵

Fig. 3- Land use change during 1987-2017

جدول ۴- ارزیابی نتایج طبقه‌بندی

Table 4. Evaluation of the classification results

خطای حذف شده Error deleted	خطای گم‌گشته شده Pending error	دقت تولیدکننده producer precision	دقت کاربر User precision	سال Land use year	نوع کاربری Land use
14.05	21.76	89.95	79.24		کشاورزی Agriculture
0.1	0.23	94.3	92.7	1986	مرتعی Rang land
13.53	19.14	86.47	80.86		مسکونی Urban
4.96	20.07	95.04	79.93		باغات Gardens
1.2	0.7	89.6	92	2001	زراعت دیم Dry farming
14.78	19.51	85.22	80.49		زراعت آبی Water farming
13.59	13.32	86.41	86.68		باغات Gardens
0.78	0.1	99.22	92	2016	زراعت دیم Dry farming
22.26	16.50	77.74	83.50		زراعت آبی Water
15.75	0.3	84.25	90		اراضی جنگلی Forest land

در مرحله بعد درستی نقشه‌های کاربری زمین تولیدشده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های مورد بررسی به ترتیب در جدول ۳ و ۴ نمایش داده شده است. خطای گم‌گشته شده و حذف شده مربوط به کلاس‌های کاربری زمین مورد بررسی قرار گرفت. خطای گم‌گشته شده نشان دهنده مساحت زمین یک کلاس است که در واقع به آن کلاس تعلق ندارد و خطای حذف شده نشان دهنده میزان مساحت زمین یک کلاس است که جزء کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند.

کیفیت آب زیرزمینی

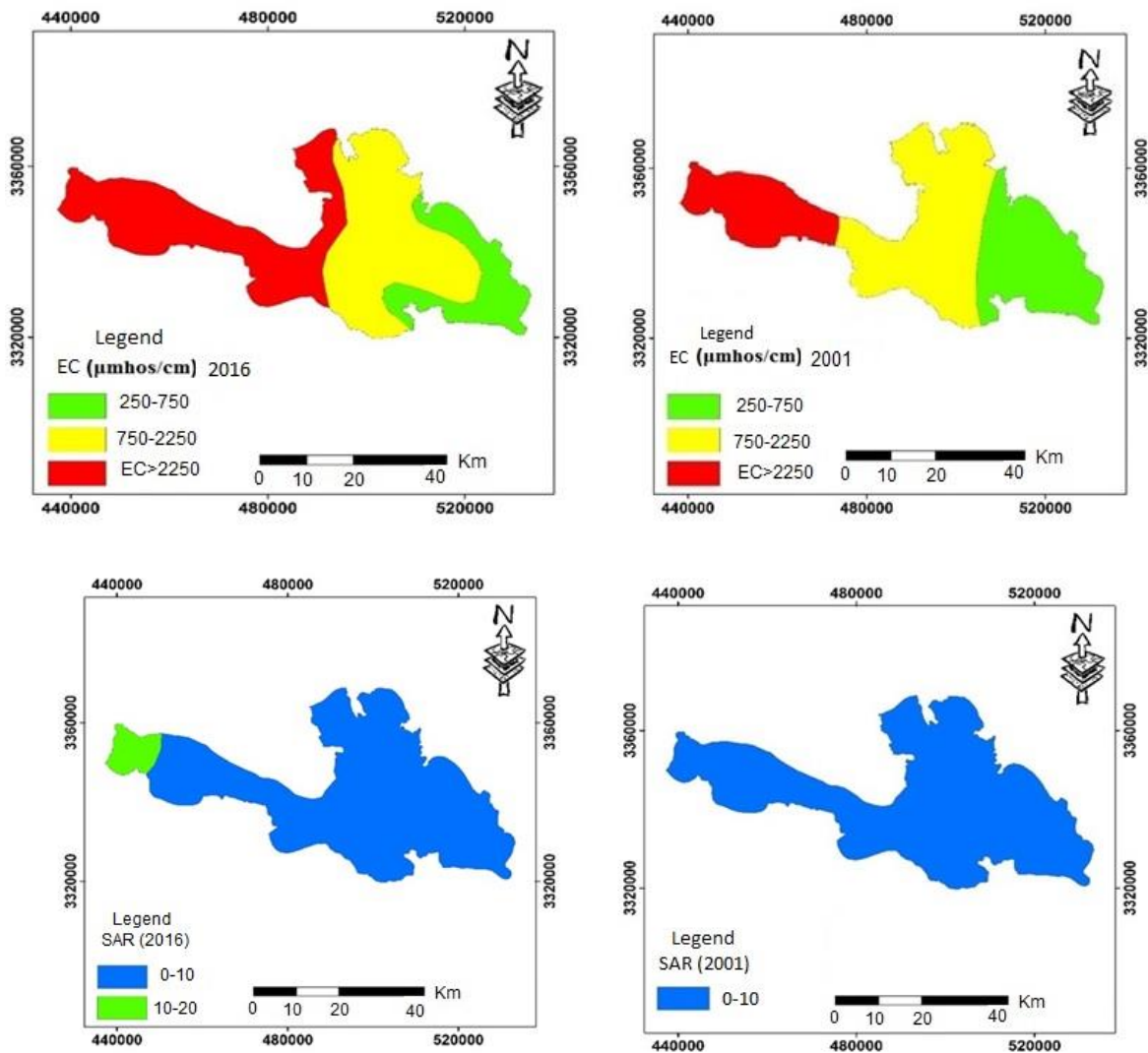
کیفیت آب کشاورزی را از روی دیاگرامی به نام دیاگرام ویلکوکس به دست می‌آورند. نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی پارامترهای آب زیرزمینی برای مصرف‌های کشاورزی براساس روش ویلکوکس رسم شده است (شکل ۵).

در نهایت با روی هم انداختن لایه‌های SAR و EC با نرم افزار ArcGIS9.3 وضعیت کیفی آب منطقه برای مصرف‌های کشاورزی بر اساس طبقه بندی ویلکوکس در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۳ تهیه (شکل ۶) و مساحت هر کدام از گروه‌ها محاسبه شد (جدول ۲).

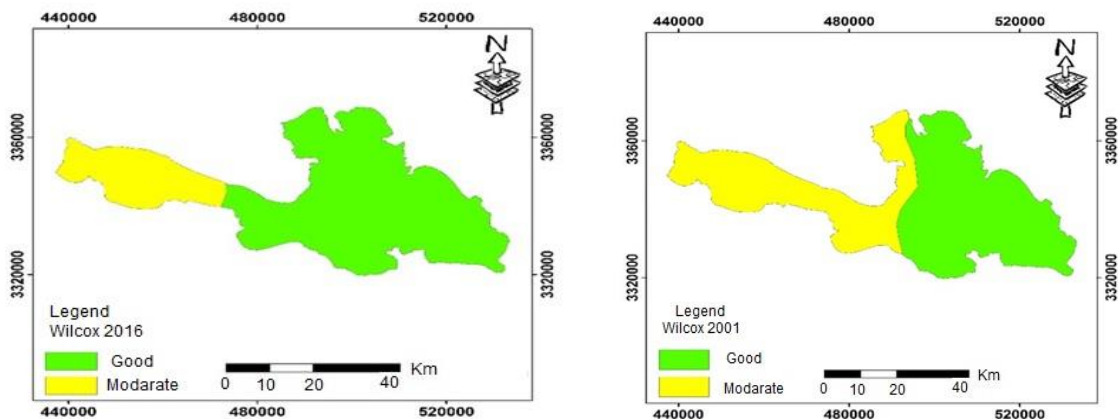
جدول ۳- خطای نقشه طبقه‌بندی شده

Table 3. Classified map error

2016	2001	1986	ضرایب / سال Coefficients / year
0.78	0.75	0.74	ضریب کاپا Kappa coefficient
81.34%	83.96%	83.4%	صحت کلی General accuracy



شکل ۵- نقشه‌های پهنه بندی مربوط به پارامترهای کیفی کشاورزی
Fig. 5- Zoning maps related to agricultural quality parameters



شکل ۶- نقشه کیفیت آب‌های زیر زمینی منطقه برای مصرف‌های کشاورزی بر اساس طبقه بندی ویلکوکس
Fig. 6- Groundwater quality map of the area for agricultural use based on Wilcox classification

جدول ۵- مساحت گروه‌های مختلف آب برای مصرف‌های کشاورزی بر اساس طبقه بندی ویلکوکس

Table 5. Area of different water groups for agricultural use based on Wilcox classification

درصد percent	وضعیت آب Water condition	سال Year	گروه Group
0	کیفیت خوب Good quality	1375	اول First
74	کیفیت قابل قبول Acceptable quality	1375	دوم Secant
26	کیفیت نامناسب Inappropriate quality	1375	سوم Third
0	کیفیت بد Bad quality	1375	چهارم Fourth
0	کیفیت خوب Good quality	1393	اول First
62	کیفیت قابل قبول Acceptable quality	1393	دوم Secant
38	کیفیت نامناسب Acceptable quality	1393	سوم Third
0	کیفیت بد Bad quality	1393	چهارم Fourth

حداکثر درست نمایی استفاده کردند، مطابقت دارد. به منظور ارزیابی دقت نقشه‌های کاربری به دست آمده از ضریب کاپا استفاده شد که نتایج نشان داد هر سه نقشه کاربری تهیه شده دارای دقت بالایی بودند. همچنین تغییرهای کاربری گویای آن بود که در کلاس کاربری مرتع روند کاهشی اتفاق افتاده است. به طوری که در مدت ۳۰ سال ۶۹۱/۱ کیلومترمربع از سطح زمین مرتعی کاهش یافته است. همچنین سطح زمین‌های کشاورزی و منطقه‌های مسکونی افزایش یافته است که افزایش منطقه‌های مسکونی به مراتب بیشتر از زمین‌های کشاورزی است. تخریب زمین مرتعی بیشتر در راستای تبدیل این زمین‌ها به زمین‌های مسکونی و زمین‌های کشاورزی بوده است. که گسترش زمین مسکونی در منطقه مورد بررسی می‌تواند سبب افزایش فشار بر زمین‌های طبیعی از قبیل زمین‌های مرتعی شود و شرایط تخریب هرچه بیشتر آن‌ها را فراهم کند.

نتیجه گیری

تغییرهای صورت گرفته در کاربری زمین‌های منطقه نشان دهنده یک نکته بسیار مهم است و آن اینکه انسان نقش اصلی را در تغییر کاربری داشته است. بدین صورت که با افزایش جمعیت، شاهد گسترش منطقه‌های مسکونی در منطقه مورد بررسی بوده و به تبع آن فعالیت‌های کشاورزی نیز افزایش یافته است. همچنین در این پژوهش، نقشه‌های تهیه شده پارامترهای آب زیرزمینی بر اساس دیاگرام ویلکوکس طبقه بندی شدند. بر اساس طبقه بندی ویلکوکس پارامترهای EC و SAR در مدت این دوره روند رو به افزایش داشته ولی روند افزایش پارامتر EC بیشتر بوده است بطوری که به طور تقریبی بیشتر منطقه دارای میزان بالایی از پارامتر EC است که شدت آن در قسمت‌های غرب منطقه بیش از دیگر منطقه‌هاست و با گذشت زمان بر شدت آن افزوده شده است. برای عنصر SAR نیز بررسی‌ها نشان داد که میزان

علوم و روش‌های سنجش از دور (RS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان یک ابزار نوین و دقیق این امکان را ایجاد می‌کند که کارشناسان، پژوهشگران و برنامه‌ریزان با بهره‌برداری از این علوم و با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی ضمن بررسی تغییرهای اکوسیستم در بازه‌های زمانی مختلف و استخراج و تجزیه و تحلیل داده‌ها، فرآیند روند تحول‌های اکوسیستم را قابل کنترل و پیش‌بینی می‌کند. در این تحقیق با بکارگیری فناوری سنجش از دور، چگونگی و درصد تغییرهای کاربری زمین دشت کرمان مورد بررسی قرار گرفت. برای ارزیابی درستی نقشه‌های تهیه شده با واقعیت زمینی از تصویرهای Google Earth استفاده گردید. نتایج نشان داد بیشتر منطقه‌ها با نقطه‌های برداشت شده تطابق دارند. همچنین برای طبقه‌بندی تصویرها از روش طبقه‌بندی نظارت شده و روش حداکثر درست نمایی استفاده شد، که با نتایج *et al.*, 2015 و *Moreno et al.*, 2017 و *Giri et al.*, 2014, *Rawat* که در تحقیق خود برای طبقه‌بندی تصویرها از روش طبقه‌بندی

بیشتر شده و وسعت آن افزایش یافته است. در حالت کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد به دلیل تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی، شهری و مسکونی، مساحت زیر کشت افزایش یافته است و این عامل باعث افزایش میزان برداشت آب شده است و همچنین کیفیت آب های زیر زمینی نیز کاهش پیدا کرده که بخش نتایج تحقیق مشهود است.

پی‌نوشت‌ها

Aghazadeh, N., Chitsazan, M. and Golestan, Y., 2017. Hydrochemistry and quality assessment of groundwater in the Ardabil area, Iran. *Applied Water Science*. 7(7), 3599-3616.

Agrawal, M. and Sharma, K.C., 2015. Physico-chemical contamination of groundwater in and around industrial areas of district Alwar, Rajasthan. *Current World Environment*. 10(2), 676-682
Alavi, N., Zaree, E., Hassani, M., Babaei, A.A., Goudarzi, G., Yari, A.R. and Mohammadi, M.J., 2016. Water quality assessment and zoning analysis of Dez eastern aquifer by Schuler and Wilcox diagrams and GIS. *Desalination and Water Treatment*. 57(50), 23686-23697.

Arunprakash, M., Giridharan, L., Krishnamurthy, R.R. and Jayaprakash, M. 2014. Impact of urbanization in groundwater of south Chennai City, Tamil Nadu, India. *Environmental Earth Sciences*. 71(2), 947-957.

Bhatt, G.D., Uniyal, S., Yadav, S. and Deka, P.K., 2015. Remote Sensing and GIS Tools Used for Change Detection Techniques in Chamoli District, Uttarakahnd, India. *planning, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering*

این عنصر در سال ۱۳۸۰ در همه منطقه در کلاس خوب بوده که در سال ۱۳۹۳ بخش‌های غربی آن در کلاس متوسط قرار گرفته است. در حالت کلی آب منطقه از نظر کشاورزی در کلاس خوب و متوسط قرار دارد هر چند که با گذشت زمان از کیفیت آن مقداری کاسته شده است که با نتایج Damavandi *et al.*, 2005 همخوانی دارد. از نظر مکانی نیز قسمت‌های شرق منطقه دارای بهترین کیفیت آب برای مصرف‌های کشاورزی است و هر چه به سمت غرب منطقه می‌رویم از کیفیت آن برای فعالیت‌های کشاورزی کاسته می‌شود، که از نظر زمانی نیز به همین صورت بوده است و میزان آلودگی در قسمت‌های غرب

منابع

and Technology 4(9).8109-8121

Bhuriya, V. and Dev, P., 2014. Groundwater Quality Evaluation for Agriculture/Irrigation of Meghnagar area, Jhabua Region, Madhya Pradesh, India. *Asian Journal of Multidisciplinary Studies*. 2(10). 35-41

Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S.S. and Aziz, N., 2015. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 18(2), 251-259.

Coppin P.I., Jonckheere, K., Nackaert, B. and R., 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *Remote Sensing*, 25(9), 1565-1596.

Damavandi, A., Karimi, A. and Takasi, M., 2005. Evaluation of surface water and groundwater quality changes in Zanjan province. The second national conference on erosion and sedimentation, Tehran. Iran. (In Persian)

Deng, J.S., Wang, K., Deng, Y.H. and Qi, G.J.,

2008. PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data. *International Journal of Remote Sensing*. 29(16), 4823-4838.
- Ghanbari, N., Khosravi, H., Zehtabian, G., Tavili, A. and Malekian, A., 2017. The zoning of groundwater quality and quantity for agricultural purpose using Wilcox model and Geographic Information System (GIS): A case study. *International Journal of Ecological Economics and Statistics™*. 38(4), 23-32.
- Giri, S., Mukhopadhyay, A., Hazra, S., Mukherjee, S., Roy, D., Ghosh, S., ... and Mitra, D. 2014. A study on abundance and distribution of mangrove species in Indian Sundarban using remote sensing technique. *Journal of coastal conservation*, 18(4), 359-367.
- Haile, E. and Fryar, A.E., 2017. Chemical evolution of groundwater in the Wilcox aquifer of the northern Gulf Coastal Plain, USA. *Hydrogeology Journal*. 25(8), 2403-2418.
- Halmy, M.W.A., Gessler, P.E., Hicke, J.A. and Salem, B.B., 2015. Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA. *Applied Geography*. 63, 101-112.
- Hejazy, I.R. and Kaloop, M.R., 2015. Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. *International Journal of Sustainable Built Environment*. 4(1), 117-124
- Jahani shakib, F., Malek mohammadi, B., Yavari, A., Sharifi, Y. and Adeli, F., 2014. Assessment of wetland landscape changes in land use and climate change, with emphasis on the environmental impacts. *Journal of Environmental Studies*. 40(3), 631-643. (In Persian).
- Kumar, P.S., Elango, L. and James, E.J., 2014. Assessment of hydrochemistry and groundwater quality in the coastal area of South Chennai, India. *Arabian Journal of Geosciences*. 7(7), 2641-2653.
- Li, Q., Qi, J., Xing, Z., Li, S., Jiang, Y., Danielescu, S., ... and Meng, F. R. 2014. An approach for assessing impact of land use and biophysical conditions across landscape on recharge rate and nitrogen loading of groundwater. *Journal of Agriculture, ecosystems & environment*, 196, 114-124.
- LUD, S., Mausel, P., Brondizio, E.S. and Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*. 25(12), 2365-2407.
- Milne, A.K., 1988. Change direction analysis using Landsat imagery: a review of methodology. *Proceedings of the IGARSS'88 Symposium Edinburgh, Scotland, ESA SP-284 (Noordwijk, Netherlands: ESA): 541- 544.*
- Mondal, A., Khare, D., Kundu, S. and Mishra, P.K., 2014. Detection of land use change and future prediction with Markov chain model in a part of Narmada River Basin, Madhya Pradesh. In *Landscape Ecology and Water Management* (pp. 3-14). Springer, Tokyo.
- Mondal, M., Karan, C. and Shukla, J., 2015. Changing pattern of land utilization: using remote sensing and GIS methods in Moyna Block, Purba Medinipur District, and West Bengal. *Journal of Engineering Computers & Applied Sciences*. 4(3), 87-96.
- Moreno de las Heras, M. and Gallart, F. 2017. The application of land morphology and lithology information optimizes remote sensing badland mapping using Landsat 8 and Sentinel 2 imagery in a heterogeneous regional setting, the upper

- Llobregat basin (Catalan Pyrenees). In EGU General Assembly Conference Abstracts 19, 13950-13950.
- Narany, T.S., Aris, A.Z., Sefie, A. and Keesstra, S., 2017. Detecting and predicting the impact of land use changes on groundwater quality, a case study in Northern Kelantan, Malaysia. *Science of the Total Environment*. 599, 844-853.
- Owuor, S.O., Butterbach-Bahl, K., Guzha, A.C., Rufino, M.C., Pelster, D.E., Díaz-Pinés, E. and Breuer, L., 2016. Groundwater recharge rates and surface runoff response to land use and land cover changes in semi-arid environments. *Ecological Processes*. 5(1), 1-21.
- Poulami, P. and Bindu, B., 2012. A spatiotemporal land use change analysis of Waghodia Taluka using RS and GIS. *Geoscience Research*. 3 (2), 96-99.
- Pulido-Velazquez, M., Peña-Haro, S., García-Prats, A., Mocholi-Almudever, A.F., Henriquez-Dole, L., Macian-Sorribes, H. and Lopez-Nicolas, A., 2015. Integrated assessment of the impact of climate and land use changes on groundwater quantity and quality in the Mancha Oriental system (Spain). *Hydrology and Earth System Sciences*. 19(4), 1677-1693
- Rawat, J.S. and Kumar, M., 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 18(1), 77-84.
- Robertson, W.M., Böhlke, J.K. and Sharp, J.M., 2017. Response of deep groundwater to land use change in desert basins of the Trans-Pecos region, Texas, USA: Effects on infiltration, recharge, and nitrogen fluxes. *Hydrological Processes*. 31(13), 2349-2364.
- Scanlon, B., Reedy, R., Tonestromw, D., Prudic, D. and Dennehy, K., 2005. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Global Change Biology*. 11, 1577-1593.
- Sridhar, S.G.D., Balasubramanian, M. and Jenef, S., 2017. Assessment of groundwater quality of Tamil Nadu. *Journal of Academia and Industrial Research*. 5(11). 161-164
- Uddin, M.N., Anwar, M.F., Rahman, M.T. and Mobin, M.N., 2015. An investigation on the pattern of land use change in Dhaka City using remote sensing and GIS application. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*. 7(2), 105-109.
- Venkatramanan, S., Chung, S.Y., Ramkumar, T., Gnanachandrasamy, G., Vasudevan, S. and Lee, S.Y., 2015. Application of GIS and hydrogeochemistry of groundwater pollution status of Nagapattinam district of Tamil Nadu, India. *Environmental Earth Sciences*. 73(8), 4429-4442.
- Wellman, T.P. and Rupert, M.G., 2016. Groundwater quality, age, and susceptibility and vulnerability to nitrate contamination with linkages to land use and groundwater flow, Upper Black Squirrel Creek Basin, Colorado, 2013 (No. 2016-5020). US Geological Survey.





Environmental Sciences Vol.16 / No.4 / Winter 2019

33-46

Effects of land use change on agricultural water quality in Kerman Plain using remote sensing technique

Tayyebah Mesbahzadeh^{1*} and Farshad Soleimani Sardoo²

¹ Department of reclamation of arid and mountain regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

² Natural Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran

Received: 2018.02.10

Accepted: 2018.11.19

Mesbahzadeh, T. and Soleimani Sardoo, F., 2019. Effects of land use change on agricultural water quality in Kerman Plain using remote sensing technique. *Environmental Sciences*. 16(4): 33-46.

Introduction: Land use has always been one of the most important indications of the adverse impact of mankind on their environment. It is an activity that human beings, through using natural resources, contribute to their socio-economic development and at the same time, alter the processes and structures within the environment. One of the most important sources that have been damaged during the past decades through land use change is water resources, especially groundwater. Considering the importance of groundwater resources in supplying drinking water and agriculture, qualitative monitoring and spatial and temporal distribution of the process of its changes are important issues in planning and managing water resources. Therefore, the present research investigates the effects of changing the use of groundwater quality in Kerman Plain.

Material and methods: Land maps of Landsat 5, 7 and 8 were used for land use mapping in Kerman Plain. These are TM (1987), ETM+ (2002) and OLI (2017) sensors, respectively. Also, in order to investigate the process of qualitative changes of groundwater resources in Kerman Plain, statistical data and information of 2002 and 2017 were used. Then, the maps of quality parameters were mapped to the ArcGIS 9.3 environment. Afterward, these maps were zoned to agricultural classes using Wilcox classification and the critical and contaminated areas were identified. Spatial zonation maps of groundwater parameters for agricultural purposes were plotted based on Wilcox method. Finally, by coating the SAR and EC layers with ArcGIS9.3 software, the water quality status of the region for agricultural use according to Wilcox classification in 1996 and 2014 the area of each group was calculated.

Results and discussion: Using satellite images of the studied area, it was divided into three user units. These units included residential areas, agricultural lands, and rangelands. The quality of agricultural water was obtained from a diagram called the Wilcox Diagram. Land use change showed that a decrease has occurred in the pasture user's class. In the course of 30 years, while 1.691 km² of rangelands have been decreased, the area

* Corresponding Author. *E-mail Address:* tmesbah@ut.ac.ir

of agricultural land and residential areas has been increased. The increase was far more in residential areas than agricultural lands.

Conclusion: According to the Wilcox classification, the EC and SAR parameters were increased during this period, but the trend of increase in the EC parameter was higher. For the EC parameter, almost the majority of the region had a high level of this element, which is more intense in the western parts of the region than in other regions and has been increasing over time. For the SAR element, studies have shown that the amount of this element was in the good class in all areas of the region in 2002, except for the western parts of the study area which were in the middle class in 2014.

Keywords: Land use, Wilcox diagram, Satellite images, Kerman Plain.

