هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۱۶، پاییز ۱۳۹۷، صص ۵۹-۴۳

وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۲۹ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۱۹

تأثیر تغییر کاربری اراضی برکیفیت آب در حوضه‌ی پیش‌کوه تفت، در استان یزد

منیژه قهرودی تالی*[۱]

طاهر ولی‌پور[۲]

لقمان شیرزادی[۳]

چکیده

یکی از عوامل مهم در پایداری توسعه‌ی یک منطقه، فراهم بودن منابع آب کافی و مناسب برای مصارف مختلف می‌باشد که علاوه بر کمیت، وضع کیفی آن نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در شرایط اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشور و کمبود منابع آب شیرین، حساسیت نسبت به کیفیت آب رودخانه‌ها و عوامل مؤثر بر آن‌ها، ضروری است. در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به تصویر TM ۱۳ اکتبر سال ۱۹۹۱ و تصویر ETM ۱۵ اکتبر ۲۰۱۱ جهت آشکارسازی تغییرات کاربری و آمار مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مربوط سال‌های ۱۳۶۱ الی ۱۳۹۰ به ایستگاه‌های تفت، اسلامیه و فیض‌آباد استفاده شده است. در انجام تحقیق ابتدا از تصحیح هندسی برای رفع خطاها و انطباق دو تصویر استفاده شده است. سپس با استفاده از نمونه‌های آموزشی و روش حداکثر احتمال کاربری هر تصویر استخراج گردید. در مرحله‌ی بعد آمار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل آنیون‌ها و کاتیون‌ها، غلظت املاح محلول، هدایت الکتریکی و اسیدیته‌ی آب مربوط به ایستگاه مورد نظر در سال ۱۳۶۱تا۱۳۷۰ و ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰ تفکیک شد و معنی‌داری میانگین نمونه‌ها سپس با استفاده از آزمون من ویتنی ارزیابی گردید.

۱ـ استاد ژئومورفولوژی، دانشکده‌ی علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران (نویسنده‌ی مسئول).
E-mail:m-ghahroudi@sbu.ac.ir

۲ـ دانشجوی دکتری، دانشکده‌ی علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران.

۳ـ دانشجوی دکتری، دانشکده‌ی علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران.

نتایج به دست آمده از کاربری اراضی نشان داد که کاربری‌های غالب منطقه‌ی مورد مطالعه در هر دو دوره‌ی مراتع و زمین‌های بایر می‌باشند. نتایج آزمون من ویتنی در عناصر مختلف و در سه ایستگاه مورد نظر نشان داد که تفاوت میان دو دوره سال‌های ۱۳۶۱تا۱۳۷۰با سال‌های ۱۳۷۰تا۱۳۹۰ در ایستگاه تفت تفاوت معنی‌داری که براساس آنها بین میانگین دو دوره‌ی زمانی تفاوت در تمام پارمترهای کیفی آب وجود دارد. در ایستگاه اسلامیه این تفاوت در میزان آنیون‌ها و نسبت سدیم قابل جذب وجود ندارد و در ایستگاه فیض‌آباد نسبت فوق برای تمام عناصر مورد نظر معنی‌دار نیست.

کلمات کلیدی: تغییر کاربری اراضی، کیفیت آب، تفت، استان یزد.

مقدمه

آب‌های سطحی از مهم‌ترین منابع آب داخلی برای مصرف انسان، نیازهای کشاورزی و اهداف صنعتی و تفریحی می‌باشد. بنابراین مهم است که اطلاعات قابل اعتمادی از روند کیفیت آب برای مدیریت مؤثر آب داشته باشیم (رزمخواه و همکاران، ۲۰۱۰: ۸۵۳). یکی از عوامل مهم در پایداری توسعه‌ی یک منطقه، فراهم بودن منابع آب کافی و مناسب برای مصارف مختلف می‌باشد که علاوه بر کمیت، وضع کیفی آن نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. خصوصیات کیفی آب از مؤلفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه‌های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن وجود دارد (خادم وکالواراچی[1]، ۲۰۰۶: ۷۹۶). لیکن به نظر می‌رسد کمتر مورد توجه قرارگرفته است (الشورباجی و اورمسبی[2]، ۲۰۰۶: ۶۹۱). کیفیت آب‌های سطحی در بسیاری از کشورها در دهه‌های گذشته با توجه به شیوه‌های نادرست استفاده از زمین به طور قابل توجهی رو به وخامت بوده و نشان‌دهنده‌ی ارتباط قوی بین کاهش کیفیت آب و افزایش توسعه‌ی شهرنشینی و کشاورزی در مقیاس

1- Khadem and Kaluarachi
2- Elshorbagy and Ormsbee

حوضه‌ی آبخیز می‌باشد بنابراین محققان بیشتر روی اثر عامل کاربری اراضی بر کیفیت آب تمرکز کرده‌اند (لی و همکاران[1]، ۲۰۰۹: ۳۱۸). رودخانه‌ها برحسب میزان و نوع فعالیت‌های انسان‌ها در حوضه‌ها به درجات گوناگون در معرض آلودگی قرار می‌گیرند. در یک حوضه‌ی آبخیز صرف‌نظر از ویژگی‌های زمین‌شناسی و پدیده‌هایی مانند آتش‌سوزی کاربری‌های مختلف این منابع را فراهم می‌کنند (جی و همکاران[2]، ۲۰۱۵: ۹۱۷) مانند آلودگی حوضه‌ی رود ویل[3] بزرگ‌ترین شاخه‌ی رودخانه‌ی زرد چین به وسیله‌ی نیتروژن که عمدتاً از منابع نقطه‌ای مانند فاضلاب‌های شهری و پساب کارخانه‌ها تولید می‌شود (ینیگ و همکاران[4]، ۲۰۱۶: ۴) یا آلودگی رود تجن ناشی از فعالیت‌های کشاورزی. مهرداد و همکاران (۲۰۰۶: ۱۹۹) و جباری (۱۳۹۱: ۹۰) با بررسی کیفیت آب رودخانه‌ی الوند در کرمانشاه نشان دادند که فعالیت‌های کشاورزی و حتی فعالیت‌های بیولوژیک انسانی در الوند تغییرات تدریجی را به سمت پایین دست رود به وجود می‌آورند ولی فعالیت‌های صنعتی هر چند سنتی و در مقیاس کوچک یا دگرگونی زمین می‌تواند در قطعه‌ی خاصی از رودخانه بسرعت رود را از نظر فلزات سنگین بالا ببرد. مونجی و همکارانش[5] (۲۰۰۳: ۱۱۳۷) با مقایسه‌ی کیفیت آب دو حوضه در زیمبابوه دریافتند که بار آلودگی رود در مناطق دارای صنایع خانگی (محصولاتی که در خانه تولید می‌شوند) چهار برابر بیشتر از مناطق مسکونی غیرصنعتی است. جعفریان و همکاران (۱۳۹۷: ۷۵-۹۴) با بررسی ۱۵ نمونه از چشمه‌های ارومیه، غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی و برخی از دیگر خواص خاک نقش سازندهای کربناتی را در هیدروشیمی آب‌های زیرزمینی تعیین نمودند. ندیری و همکاران (۱۳۹۴: ۷۹-۹۹) با تحلیل ۵۰ نمونه از آب‌های سطحی آذربایجان‌شرقی نقش عوامل مؤثر در هیدروشیمی منابع آبی سد سهند را تعیین نمودند. مونقان و همکاران[6] (۲۰۰۹: ۲۰۱) با بررسی کاربری‌های مختلف

1- Li et al.,
2- Jiao et al.,
3- Weihe River
4- Ying et al.,
5- Mvungi et al.,
6- Monaghan et al,

کشاورزی در حوضه‌ی وایکاکاهی در نیوزیلند نشان دادن که رواناب حاصل از حاشیه‌ی بندهای آبیاری، شاخص‌های کیفیت آب را بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهند و مناسب‌ترین مدیریت برای این بندها را حفظ این بنده به وسیله‌ی حصارها و پوشش گیاهی حاشیه‌ای و زمان‌بندی آبیاری دانستند. هاسلر[1] (۲۰۰۴) در تحقیقی کشاورزی را عامل مؤثر در کاهش کیفیت آب و افزایش میزان آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب معرفی کردند. هانگ و همکاران[2] (۲۰۱۳) در تحقیقات خود فعالیت‌های کشاورزی را به عنوان مهم‌ترین منابع آلاینده آب‌های سطحی بیان کردند. آرا و همکاران[3] (۲۰۱۷) در تحقیقی تأثیر ترکیب کاربری‌های صنعتی، کشاورزی و فاضلاب شهری را در کاهش کیفیت آب بیان کردند. نیوال و والش[4] (۲۰۰۵) بیان کردند که رودخانه در حوضه‌هایی با مناطق مسکونی بیشتر، میزان شوری و pH بیشتری نسبت به حوضه‌های با مناطق شهری کمتر دارد. براتی و همکاران[5] (۲۰۰۹) در تحقیقی با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه‌ی آبخیز قلعه‌ی شاهرخ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از داده‌های سنجده‌های ماهواره لندست طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۵۴، نتایج نشان داد در دوره‌ی ۱۳۶۹-۱۳۵۴ بیشترین وسعت کاربری مربوط به مراتع تنگ و اراضی با پوشش تنگ بوده است و در دوره‌ی ۱۳۸۱-۱۳۶۹بیشترین وسعت کاربری مربوط به کشاورزی دیم و کم‌ترین مربوط به کشاورزی آبی است.

یکی از بحران‌های زیست محیطی جوامع انسانی، بحث آلودگی منابع آب سطحی است. رشد جمعیت، شهرگرایی و پیشرفت تکنولوژی علاوه بر آن‌که نیاز جوامع انسانی را به منابع آب به میزان زیادی افزایش داده، هم‌زمان باعث آلودگی و تخریب این منابع نیز گشته است. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست.

1- Hassler
2- Huang et al.,
3- Arora et al.,
4- Newall and Walsh
5- Barati et al,

حوضه‌ی پیش کوه تفت در استان یزد با توجه به این‌که در منطقه‌ی خشک قرار دارد و همچنین به دلیل تغییرات سریع کاربری اراضی و افزایش روزافزون انواع سموم و کودهای شیمیایی در مزارع و نیز تخلیه‌ی فاضلاب‌های مناطق مسکونی به درون منابع آب سطحی منطقه، بحث کیفیت منابع آب و شناسایی منابع منتشرکننده‌ی آلودگی‌ها اهمیت بسیار زیادی دارد. اطلاع از وضعیت کیفی آب‌های سطحی و نقش کاربری اراضی در کیفیت منابع آب امکان اتخاذ شیوهایی را فراهم می‌سازد تا کمترین آسیب به این منابع وارد گردد (مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب، ۱۳۹۵). هدف از این پژوهش درک ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب بوده است، زیرا از این طریق نقش کاربری اراضی در تغییر کیفیت منابع آب روش می‌گردد.

مواد و روش

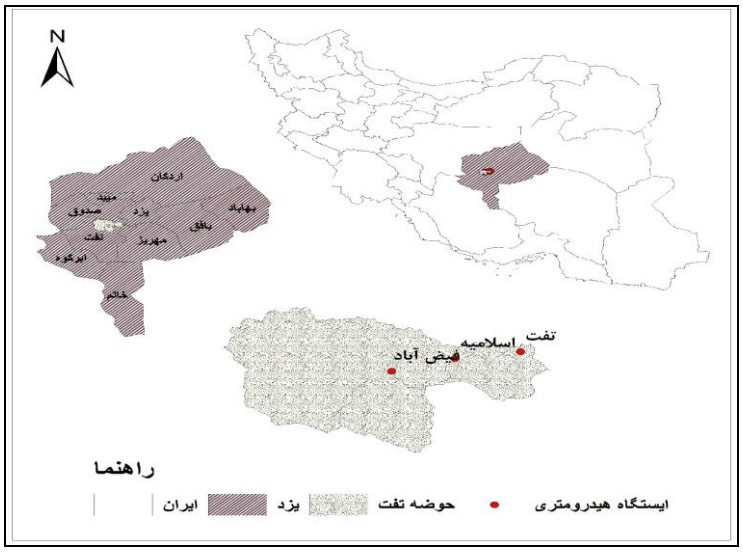
منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی مورد مطالعه در استان یزد، حدفاصل طول‌های شرق '۱۵ °۵۴ تا '۴۰ °۵۳ و عرض‌های شمالی '۵۰ °۳۱ تا '۳۰ °۳۱ قرار دارد. گسل مهم طزرجان تفت که در این منطقه واقع شده باروند شمال جنوبی از شمال طزرجان تا غرب تفت ادامه دارد. در سطح حوضه از داده‌های ۳ ایستگاه هیدرومتری برای بررسی کیفیت آب استفاده شده است. شکل (۱) موقعیت حوضه‌ی آبخیز و ایستگاه هیدرومتری را نشان می‌دهد.

در این پژوهش برای تعیین تأثیر تغییر کاربری اراضی برکیفیت آب در منطقه‌ی مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به تصویر TM ۱۳ اکتبر سال۱۹۹۱ و تصویر ETM ۱۵ اکتبر ۲۰۱۱ و همچنین آمار مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مربوط به سال‌های ۱۳۶۱ الی ۱۳۹۰به ایستگاه‌های تفت، اسلامیه و فیض‌آباد استفاده شده است. مراحل تحقیق به شرح زیر است:

۱ـ تصحیح هندسی برای رفع خطاها و انطباق دو تصویر مربوط به دو دوره‌ی زمانی که بدین منظور از نقشه‌های توپوگرافی رقومی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شده است.

۲ـ توسط روش طبقه‌بنـدی نظارت شده و نمونه‌های آموزشی با روش حداکثـر احتمال[1] کاربـری از تـصویر هر دوره‌ی کاربری استخراج گردیـد و سپس اخـتلاف و تـغییرات آن محاسبه گردید.



شکل (۱) موقعیت وایستگاه هیدرومتری منطقه‌ی مورد مطالعه

۳ـ برای تعیین صحت طبقه‌بندی از شاخص کاپا[2] K استفاده شده است. شاخص کاپا بر اساس تفاوت بین صحت واقعی در ماتریس خطا و تغییرهای صحت که به وسیله‌ی مجموع سطر و ستون نشان داده شده است و معرف اختلاف بین توافق واقعی در داده‌های مـرجع و یـک طبقه‌بندی‌کـننده‌ی خودکار و تـوافق احـتمالی بین داده‌های مـرجع و طبقه‌کننده‌ی تصادفی است که ضریب فوق برای نتایج طبقه‌بندی تصویر TM ۱۳ اکتبر سال ۱۹۹۱ با ۲۸ نمونه معادل ۰/۸۶ و برای تصویر ETM ۱۵ اکتبر ۲۰۱۱، با ۶۹ نمونه معادل ۰/۹۲ محاسبه شده است.

1- Maximum Likelihood
2- kappa coefficient

۴ـ آمار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل آنیون‌ها و کاتیون‌ها، غلظت املاح محلول، هدایت الکتریکی و اسیدیته آب مربوط به ایستگاه مورد نظر در سال ۱۳۶۱ تا ۱۳۷۰ و ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰ تفکیک شد و تغییرات با استفاده از نمودار مورد بررسی قرار گرفت.

۵ـ تغییرات عناصر مورد بررسی در دو دوره‌ی زمانی توسط آزمون من ویتنی[1] ارزیابی گردید (رابطه‌ی ۱ و ۲). من ویتنی، آزمون غیرپارامتری است و برای سنجش تفاوت میان نمونه‌ها به کار می‌رود. در این آزمون محاسبات بر روی رتبه‌بندی داده‌ها انجام می‌گیرد و از توزیع طبیعی برخوردار نیستند. همچنین این آزمون معادل غیرپارامتری آزمون T مستقل است و برای داده‌هایی که از طرح‌های گروه‌های مستقل به دست می‌آیند مورد استفاده قرار می‌گیرد (بامنی مقدم، ۱۳۹۳: ۲۵۴).

$$W = n_1 \times n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1$$
$$W' = n_1 \times n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2$$

رابطه‌ی (۱)

در رابطه‌ی (۱) R_1 و R_2 مجموع رتبه‌های دو گروه داده مربوط به دو سری زمانی است، n_1 و n_2 حجم دو نمونه و W و W' آماره‌ی من ویتنی دو گروه مورد نظر می‌باشد.

$$U = Z = \frac{|W_1 - \frac{n_1 n_2}{2}|}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1+n_2+1)}{12}}}$$

رابطه‌ی (۲)

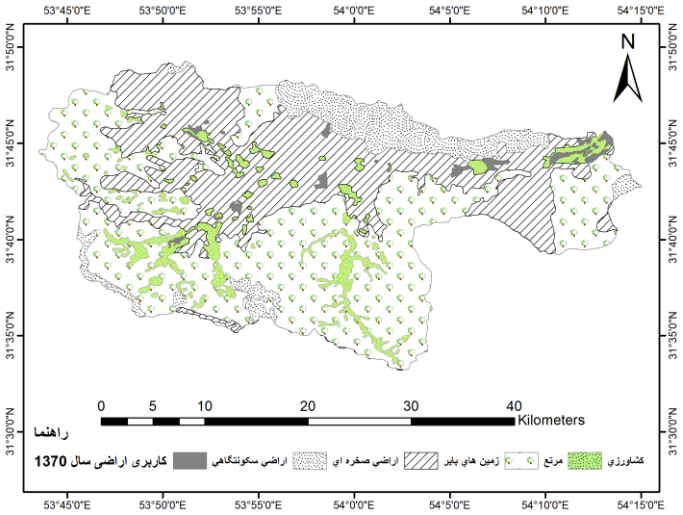
۶ـ نتایج آزمون من ویتنی با تغییرات کاربری مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از کاربری اراضی نشان داد که کاربری‌های غالب منطقه‌ی مورد مطالعه در هر دو دوره‌ی زمانی، مراتع و زمین‌های بایر می‌باشند، به طوری که کاربری‌ها

1- Whitney–Mann

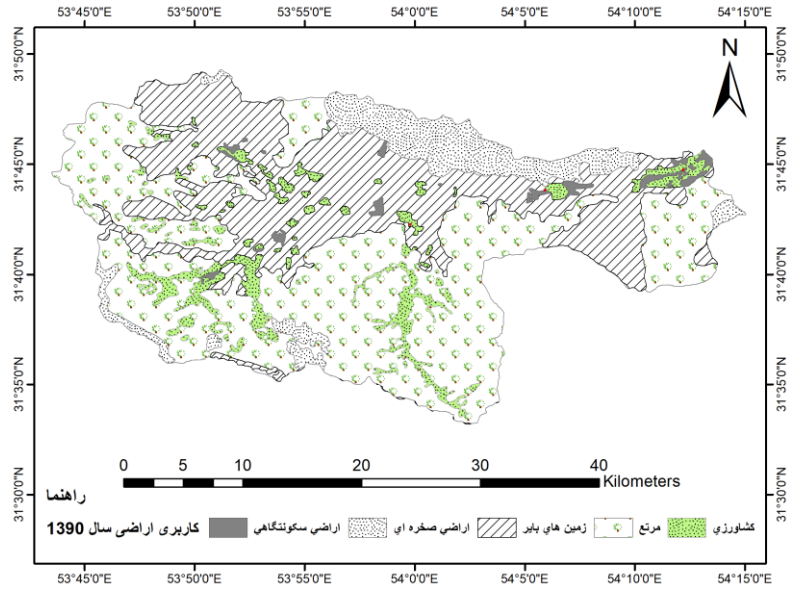
بیشترین مساحت و اراضی سکونتگاهی کمترین مساحت را به خودشان اختصاص دادند. شکل ۲ و ۳ نقشه‌ی کاربری اراضی را در سال‌های ۱۹۹۱ معادل ۱۳۷۰ و ۲۰۱۱ معادل سال ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که زمین‌های بایر و اراضی سکونتگاهی نسبت به سال ۱۳۷۰ افزایش یافته است، لیکن سطح زیر پوشش مراتع در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است (شکل ۴). کاهش مراتع به نفع افزایش زمین‌های بایر، روندی است که در این حوضه وجود دارد و علاوه بر تأثیر برکیفیت منابع آب می‌تواند اثرات مخرب زیست محیطی در پی داشته باشد.



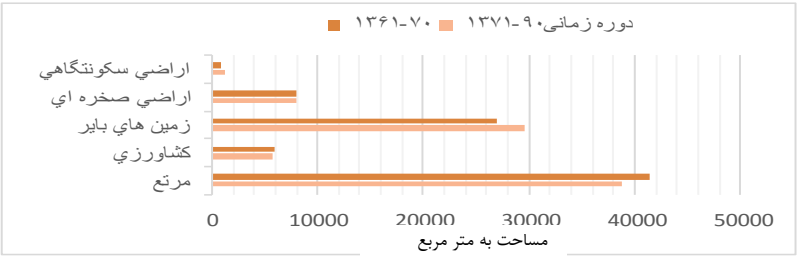
شکل (۲) نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۹۰حوضه‌ی آبخیز پیش کوه تفت

جدول (۱) تغییرات کاربری اراضی به متر مربع

	۱۳۹۰	۱۳۷۰	تغییرات
اراضی سکونتگاهی	۱۲۲۸/۴۱۱	۹۴۵/۳۷۳۹	۲۸۳/۰۳۷۶
اراضی صخره ای	۸۰۷۶/۹۸	۸۰۸۱/۵۰۸	-۴/۵۲۷۹۴
زمین های بایر	۲۹۶۰۰/۳۱	۲۶۹۸۶/۱۳	۲۶۱۴/۱۷۶
کشاورزی	۵۷۴۷/۴۷۵	۶۰۰۷/۵۵۳	-۲۶۰/۰۷۹
مرتع	۳۸۷۲۰/۲۲	۴۱۳۵۲/۸۳	-۲۶۳۲/۶۱
مجموع	۸۳۳۷۳/۳۹	۸۳۳۷۳/۳۹	



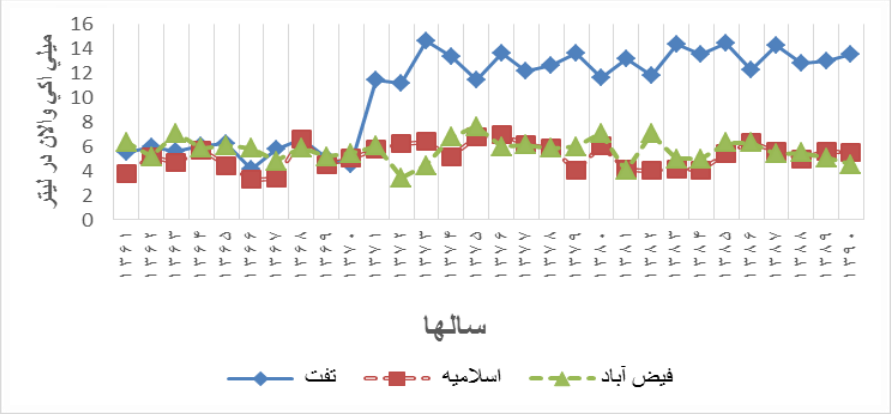
شکل (۳) نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۷۰حوضه‌ی آبخیز پیش کوه تفت



شکل (۴) نمودار روند تغییرات کاربری اراضی

برای بررسی رابطه بین تغییرات کاربری و کیفیت آب، عناصر موجود در آب مورد آزمایش قرار گرفتند. بدین منظور خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب شامل آنیون‌ها و کاتیون‌ها، غلظت املاح محلول، هدایت الکتریکی و اسیدیته آب مربوط به ایستگاه مورد نظر در دو دوره‌ی مربوط به سال‌های ۱۳۶۱ الی۱۳۷۰ و۱۳۷۱ الی ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. مهم‌ترین آنیون‌های موجود در حوضه‌ی آبخیز تفت بی‌کربنات ها، سولفات‌ها،

کلرورها بوده است که با توجه به شرایط مختلف هر منطقه، مقادیر متفاوتی از آنها در آب وجود دارد. نتایج نشان داد که میانگین مجموع آنیون‌ها در ایستگاه فیض‌آباد در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ نسبت بـه سـال‌های ۱۳۶۰تا۱۳۷۰ کاهـش یافـته است، لیکن در ایستگاه‌های اسلامیه و تفت در سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰ افزایش یافته که در ایستگاه تفت این افزایش چشمگیر بوده است. شکل (۵) روند تغییرات میانگین مجموع آنیون‌ها در سـه ایستگاه ذکـر شـده را در سـال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۰ و سـال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد.

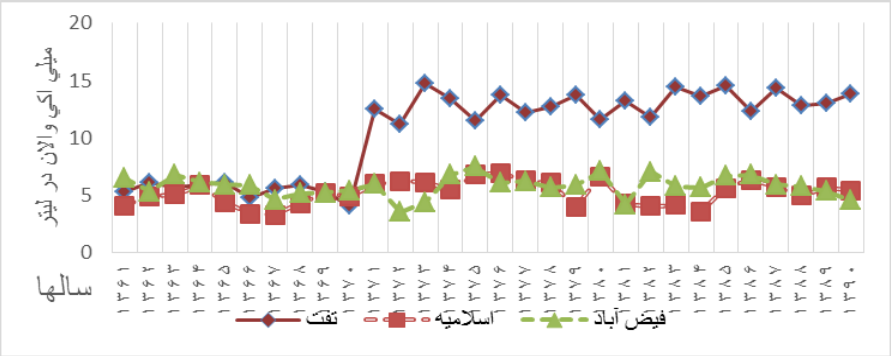


شکل (۵) روند تغییرات مجموع آنیون‌ها (MEq) در ایستگاه‌های تفت، اسلامیه و فیض‌آباد

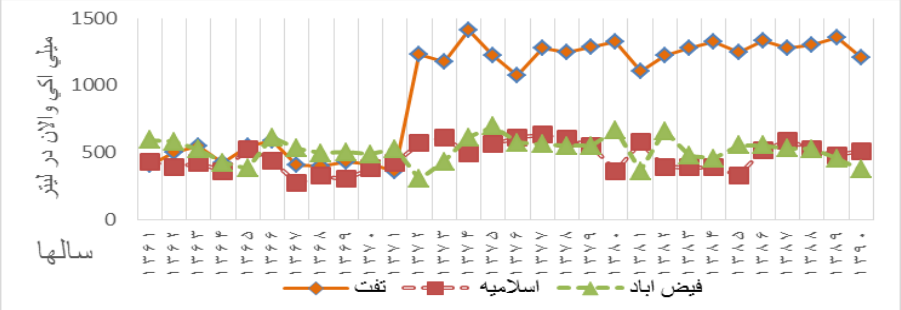
کاتیون‌های مهم موجود در حوضه‌ی تفت شامل کلسیم، منیزیوم و سدیم است. میانگین مجموع کاتیون‌ها در ایستگاه فیض‌آباد، اسلامیه و تفت در سال‌های ۱۳۷۱ تا۱۳۹۰ نسبت به سال‌های ۱۳۶۰ تا۱۳۷۰ افزایش یافته که در ایستگاه تفت این افزایش چشمگیر بوده است. شکل (۶) روند تغییرات میانگین مجموع کاتیون‌ها در سه ایستگاه ذکر شده را در سال‌های ۱۳۶۰تا۱۳۷۰ و سال‌های۱۳۷۱تا ۱۳۹۰نشان می‌دهد.

تغییرات میزان هدایت الکتریکی در حوضه‌ی تفت در شکل (۷) نمایش داده شده است. هدایت الکتریکی در ایستگاه فیض‌آباد، اسلامیه و تفت در سال‌های ۱۳۷۱

تا۱۳۹۰ نسبت به سال‌های ۱۳۶۰تا۱۳۷۰ افزایش یافته که در ایستگاه تفت این افزایش چشمگیر بوده است. شکل (۷) روند تغییرات میانگین هدایت الکتریکی در سه ایستگاه ذکر شده را در سال‌های ۱۳۶۰تا۱۳۷۰ و سال های ۱۳۷۱تا ۱۳۹۰نشان می‌دهد.



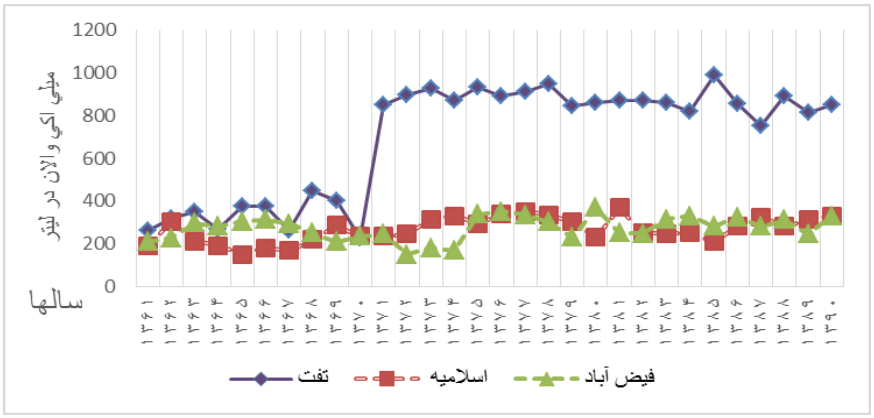
شکل (۶) روند تغییرات مجموع کاتیون‌ها (MEq) در ایستگاه‌های تفت، اسلامیه و فیض‌آباد



شکل (۷) روند تغییرات هدایت الکتریکی (MEq) در ایستگاه‌های تفت، اسلامیه و فیض‌آباد

TDS یا غلظت املاح محلول عامل مهمی درکیفیت آب، بخصوص در آبیاری بوده و نقش زیادی در تعیین جوامع آبزی جانوری و گیاهی و تعیین کاربرد آب در مصارف شرب انسان و دام، آبیاری و صنعت دارد. غلظت املاح محلول در ایستگاهای فیض‌آباد، اسلامیه و تفت در سال‌های ۱۳۷۱ تا۱۳۹۰ نسبت به سال های ۱۳۶۰تا۱۳۷۰ افزایش یافته که در ایستگاه تفت این افزایش چشمگیر بوده است (شکل ۸).

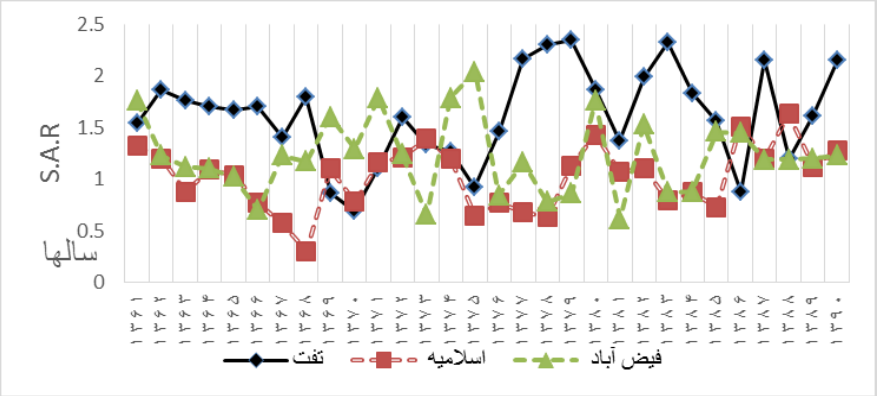
شکل (۹) نشان‌دهنده‌ی میانگین میزان نسبت سدیم قابل جذب SAR در سه ایستگاه فـیض‌آباد، اسلامـیه و تفت می‌باشد که میانـگین میزان SAR در ایستگاه فـیض‌آباد در سـال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ نسبت بـه سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۰ کاهـش یافتـه ولی در ایستگاه اسلامیه و تفت در سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰ افزایش یافته که در ایستگاه تفت این افزایش چشمگیر بوده است. شکل (۹) روند تغییرات میانگین میزان SAR درسه ایستگاه ذکر شده را در سال‌های ۱۳۶۰تا۱۳۷۰ و سال‌های ۱۳۷۱تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد.



شکل (۸) روند تغییرات غلظت مواد محلول (MEq) در ایستگاه های تفت، اسلامیه و فیض آباد

بررسی تغییرات کاربری رخ داده در منطقه‌ی مورد مطالعه بر اساس نقشه‌های تهیه شده در طول دوره‌ی آماری ۳۰ سال نشان می‌دهد که حداکثر تغییرات در گروه کاربری مراتع رخ داده است که غالباً این اراضی به محدوده‌های، بایر تغییر یافته است. به طور کلی بررسی محدوده‌های تغییرات رخ داده از مرتع به اراضی بایر نشان می‌دهد که قسمت‌های غرب و شمال غرب حوضه احتمالاً بدلیل خشکی هوا تغییرات نسبتاً گسترده مراتع به زمین‌های بایر مشاهده شده است. این امر سبب شده است که در طول دوره‌ی ۳۰ ساله میزان هدایت الکتریکی و غلظت املاح محلول به طور محسوسی افزایش یافته است. همچنین بررسی نقشه‌ی تغییرات کاربری اراضی نشان می‌دهد که در قسمت‌های

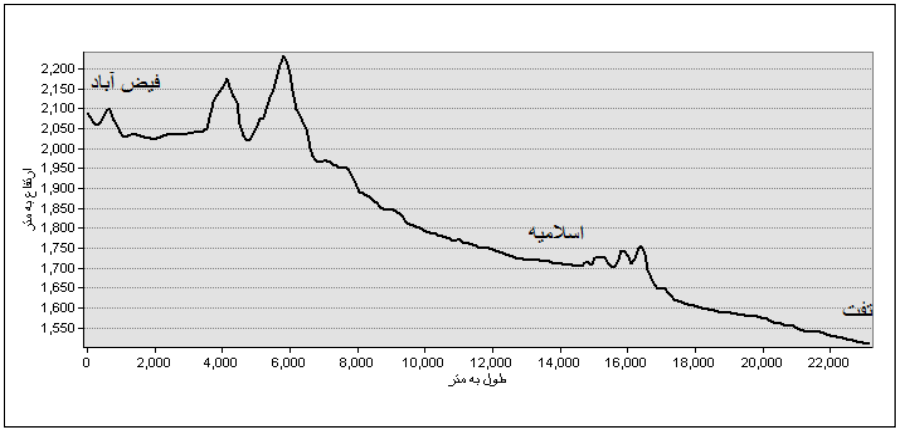
شرق محدوده‌ی مورد مطالعه اراضی مسکونی در زمین‌های کشاورزی توسعه پیدا کرده است و این تغییرات سبب افزایش محسوس پارامترهای میزان کاتیون‌ها، میزان نسبت سدیم قابل جذب، هدایت الکتریکی و غلظت املاح محلول شده است. نتایج آزمون من ویتنی در عناصر مختلف و در سه ایستگاه مورد نظر نشان داد که تفاوت میان دو دوره‌ی سال‌های ۱۳۶۱ تا۱۳۷۰ با سال‌های ۱۳۷۰تا۱۳۹۰در ایستگاه تفت تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد که براساس آنها بین میانگین دو دوره‌ی زمانی تفاوت در تمام پارامترهای کیفی آب وجود دارد. در ایستگاه اسلامیه این تفاوت در میزان آنیون‌ها و نسبت سدیم قابل جذب وجود ندارد و در ایستگاه فیض‌آباد نسبت فوق برای تمام عناصر مورد نظر معنی‌دار نیست. مقایسه‌ی نتایج آزمون من ویتنی با تغییرات کاربری رابطه‌ی مثبتی را بین افزایش زمین‌های بایر و اراضی سکونتگاهی در سال ۱۳۹۰ و همچنین کاهش سطح زیرپوشش مراتع نسبت به سال ۱۳۷۰ با پارامترهای کیفی آب را نشان می‌دهد. به طور کلی نگاهی به تأثیر تغییرات کاربری رخ داده بر روی کیفیت آب زیرزمینی منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که هر جا که تغییری رخ داده کیفیت آب زیرزمینی را نیز تحت تأثیر قرار داده است.



شکل (۹) روند تغییرات میزان SAR در ایستگاه‌های تفت، اسلامیه و فیض‌آباد

جدول (۲) نتایج آزمون من-ویتنی در محدوده مورد مطالعه

ایستگاه	آنیون	Sig	کاتیون	Sig	هدایت الکتریکی	Sig	غلظت مواد محلول	Sig	نسبت سدیم قابل جذب	Sig
تفت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۳/۰۰	۰/۴۵۴	۰/۰۰	۰/۰۰
اسلامیه	۵۶/۰۰	۰/۰۵۶	۴۶/۰۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۵/۰۰	۰/۰۰۱	۶۸/۰۰	۰/۱۶۶
فیض‌آباد	۹۶/۵	۰/۸۷۸	۸۴/۰۰	۰/۴۸۱	۹۱/۵	۰/۷۰۸	۹۲/۰۰	۰/۶۱۸	۹۹/۵	۰/۹۸۲



شکل (۱۰) روند تغییرات ارتفاع در ایستگاه‌های مورد نظر

برای بررسی نقش احتمالی توپوگرافی به عنوان عامل مداخله‌گر، روند تغییرات ارتفاع در ایستگاه‌های مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱۰). نتایج نشان داد که ایستگاه تفت در خروجی حوضه و در حداقل ارتفاع قرار دارد، در صورتی که بعد از ایستگاه فیض‌آباد و اسلامیه، ضد شیب‌هایی قرار دارد که می‌تواند بر روی کیفیت آب تأثیر بگذارد. محققان متعددی در خصوص کاهش کیفیت آب در اثر افزایش کاربری کشاورزی و شهری از جمله چس من و تاونسند[1] در سال ۲۰۰۹، کازی و همکاران[2] در سال ۲۰۰۹،

1- Chessman and Townsend
2- Kazi et al.,

هت و همکاران[1] در سال ۲۰۰۴، تراوکا و اواگا[2] در سال ۱۹۸۴، جعفریان و همکاران در سال ۱۳۹۷ و جباری در سال ۱۳۹۰ نظرات مشابهی ارائه دادند که احتمالاً در حوضه‌ی تفت نیز صادق باشد. در حوضه‌ی اخیر افزایش کاربری شهری وجود دارد اما بیشترین تغییرات در کاهش مراتع و زمین های کشاورزی و افزایش در زمین‌های بایر بوده است.

نتیجه‌گیری

همانطور که در نتایج، نمودارها و نقشه‌های کاربری اراضی نشان دادند، روند تغییرات طی دوره‌ی ۳۰ ساله مذکور، به سمت کاهش اراضی مرتعی، کشاورزی و افزایش اراضی بایر و سکونتگاهی در سطح کل بوده است. بررسی تأثیر تغییرات کاربری بر کیفیت آب رودخانه در سطح حوضه نشان‌دهنده‌ی کاهش نسبی کیفیت آب رودخانه طی دوره‌ی ۳۰ ساله در ایستگاه تفت و تا حدودی ایستگاه اسلامیه بوده است. که نمودارهای روند تغییرات پارامترهای کیفی نشان‌دهنده‌ی این امر می‌باشد. این موضوع را می‌توان به افزایش اراضی سکونت گاهی در ایستگاه تفت و ایستگاه اسلامیه و همچنین وجود اراضی کشاورزی در دو تا ایستگاه نسبت داد. اما در ایستگاه فیض‌آباد به علت عدم اراضی سکونتگاهی و اراضی کشاورزی و همچنین افزایش دبی کاهشی در کیفیت آب مشاهده نشده است. از طرف دیگر بررسی تغییرات ارتفاع در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که ایستگاه نفت در خروجی حوضه و در حداقل ارتفاع قرار دارد، در حوضه اخیر افزایش کاربری شهری وجود دارد اما بیشترین تغییرات در کاهش مراتع و زمین‌های کشاورزی و افزایش زمین‌های بایر بوده است. در صورتی که بعد از ایستگاه فیض‌آباد و اسلامیه ضد شیب‌هایی قرار دارد که می‌تواند بر روی کیفیت آب تأثیر بگذارد. با توجه به شرایط بحرانی در منابع آب ایران، تغییرات اقلیمی دهه‌های اخیر و همچنین تغییرات گسترده‌ی کاربری اراضی لزوم توجه به پژوهش‌های کاربردی در خصوص پایش کیفیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی اجتناب‌ناپذیر است.

1- Haat et al.,
2- Teraoka and Ogava

منابع

- بامنی مقدم، محمد (۱۳۹۳)، **تحلیل آماری**، تهران: انتشارات شرح. صص ۲۵۴.

- جباری، ایرج (۱۳۹۲)، **نقش کاربری در کیفیت آب رودخانه‌ی الوند کرمانشاه**، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۴۴، صص ۷۳-۹۳.

- جعفریان، حامد؛ واعظی هیر، عبدالرضا و حسین پیرخراطی (۱۳۹۷)، **تعیین عوامل مؤثر بر هیدروشیمی منابع آب زیرزمینی در سازندهای سخت و کاستی غرب ارومیه**، هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۱۵، صص ۷۵-۹۴.

- ندیری، عطاالله؛ اصغری‌مقدم، اصغر؛ صادقی اقدم، فریبا و کیوان نادری (۱۳۹۴)، **ارزیابی شوری و آرسنیک به عنوان عوامل مخرب کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی (حوضه‌ی آبریز سد سهند)**، هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۴، صص ۷۹-۹۹.

-Arora, S. Ashok, K.K. (2017), **Estimation of re-aeration coefficient using MLR for modelling water quality of rivers in urban environment**, Groundwater for Sustainable Development, Vol. 36, No. 6, PP.329-341.

-Barati Ghahfarokhi, S. Soltani Kopaee, S. Khajedin, S. Raygani (2009), **Changes in landuse in the area of Ghale Shahrokhusing remote sensing tehniques (period 1381-1354)**, Science and Tecnology of Agriculture and Natural Resources, year, Vol .47, PP.365-349.

-Chessman, B. Townsend, S. (2009), **Differing effects of catchment landuse on water chemistry explain contrasting behavior of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia**, Ecological Indicators, Vol.10, No. 3, PP.620-626.

-Elshorbagy, A, & Ormsbee, L. (2006), **Object-oriented modeling approach to surface water quality management**, J. Environ, Model, Vol. 21, No.5, PP.689-698.

-Hassler, M. (2004), **Animal grazing effects on runoff water quality in semiarid grassland,** Tur. Environ, Gual, Vol. 21, No. 5, PP.102-105.

-Hatt, B.E., et al., (2004), **The influence of urban density and drainage infrastructure on the concentrations and loads of pollutants in small streams**, Environmental Management, Vol. 34, No. 1, PP.112–124.

-Kazi, T.G.; Arain, M.B., Jamali, M.K. Jalbani, N. Afridi, H. I. Sarfraz, R.A. Baig, J.A. Shah, A.Q. (2009), **Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study**, Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol.72, No. 2, PP.301-309.

-Li S, Gua S, Tana T, Zhanga Q. (2009), **Water quality in the upper Han River basin, China: The impacts of landuse/land cover in riparian buffer zone**, Hazardous Materials, Vol. 165, No.1-3, PP.317–324.

-Mehrdadi N., Ghobadi M., Nasrollahi T. (2006), **Evaluation of the Quality and Self Purification Potential of Tajan River Using Qmal2E Model**, Ranian Journal of Environ, Health, sci. Eng., Vol .3, No.3, PP.199-204.

-Monaghan, R.M., Carey ,P.L. Wilcock R.J., Drewry J.J., Houlbrooke D.J. Quinn., J.M, Thorrold B.S. (2009), **Linkages between Land Management Activities and Stream Water Quality in a Border Dyke- Irrigated Pastoral Catchments**, Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 129, No.1, PP.201-211.

-Mvungi, A., Hranova R.K. Love, D., (2003), **Impact of Home Industries on Water Quality in a Tributary of the Marimba River**, Harare: Implications for Urban Water Management, Physics and Chemistry of the Earth, Vol. 28, No. 20-27, PP.1131-1137.

-Newall, P., C.J., Walsh (2005), **Response of epileptic diatom assemblages to urbanization influences**, Hydrobiology, No.532, PP.53-67.

-Razmkhah, R. Abrishamchi, A. Torkian, T., (2010), **Evaluation of spatial and temporal variation in water quality by pattern recognition techniques: A case study on Jajrood River (Tehran, Iran),** Environmental Management, Vol.91, No.4, PP.852–860.

-Teraoka, H. Ogava, M., (1984), **Behavior of elements in the Takahashi, Japan river basin**, Journal Environmental Quality, Vol. 13, No. 3, PP.453-459.