

گزارش فنی

دارای بار آلودگی بیشتری می‌باشند.

کلید واژه‌ها: آلودگی، کیفیت آب، پارامترهای فیزیکی-شیمیایی، رودخانه هراز.

تغییر پذیری مکانی کیفیت آب رودخانه هراز در جهت پایین دست

عطاله کاویان^۱، هوشنگ اسلامی پریخانی^۲ و محمود حبیب‌نژاد^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۹

چکیده

نقش مؤثر آب در سلامتی انسان‌ها و توسعه پایدار انکارناپذیر است، از طرفی افزایش جمعیت و روند آلودگی‌ها در جهان محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آبی را به دنبال داشته است. روند افزایش آلودگی و کاهش کیفیت منابع آبی، لزوم مدیریت مناسب بر این منابع را جهت مصارف گوناگون ضروری می‌نماید. رودخانه هراز به دلیل مصارف شرب، کشاورزی و آبی‌پروری حایز اهمیت است. لذا، با توجه به ساخت سد هراز در مسیر این رودخانه، بررسی کیفیت آب این رودخانه در نظام مدیریتی و زیست محیطی کاری بنیادین است، بر این اساس تحقیق حاضر در راستای این هدف صورت گرفته است. در این مطالعه جهت ارزیابی کیفیت آب رودخانه ۱۷ نقطه تعیین و نمونه‌برداری گردید. وضعیت کیفیت آب رودخانه مذکور از طریق مقایسه با استانداردهای جهانی از نظر پارامترهای فیزیکی- شیمیایی همانند کدورت، کل مواد محلول، هدایت الکتریکی، اسیدیته، سختی کل، سولفات، فلوراید، آمونیاک، نیتريت، مس، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، فسفات، آلومینیم، سیلیس، کلراید و منگنز مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excell و SPSS و جهت ترسیم نقشه‌های مورد نظر از نرم‌افزار ArcGIS10 استفاده گردید. نتایج نشان داد که کیفیت آبرودخانه به شدت به نوع کاربری‌های اراضی و سیمای سرزمینی که آن را فرا گرفته و حضور انسان بستگی دارد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، ایستگاه‌های شماره ۱ و ۲ دارای کیفیت بالایی بوده ولی به طرف ایستگاه‌های پایین دست رودخانه، مثل ایستگاه‌های شماره ۶، ۹، ۱۳، ۱۵، کیفیت آب بدتر شده و

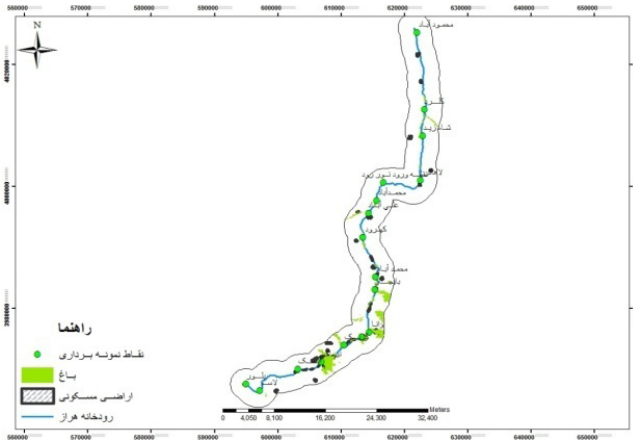
مقدمه

امروزه اصلی‌ترین نگرانی در مورد آب‌های سطحی، مسئله کیفیت این آب‌ها است، چنج و همکاران [۵]. آب در طبیعت همواره محتوی مواد معلق بوده و هیچگاه به صورت خالص وجود ندارد، اما ناخالصی‌های آب تا جایی که از حد معینی تجاوز نکند مانع از مصرف آن نمی‌شود، بانژاد و همکاران [۱]. اما به دلیل استفاده از مسیر رودخانه‌ها برای انتقال فاضلاب‌های شهری و صنعتی و زه‌آب‌های مزارع کشاورزی و باغداری، این آب‌ها در معرض آلودگی‌های گوناگونی قرار دارند، ساین و همکاران [۳۰]. رودخانه‌ها تنها منابع آبی هستند که مسیر طولانی را از میان شهرها، روستاها و مناطق صنعتی و کشاورزی طی می‌کنند و به انواع گوناگون آلاینده‌ها، آلوده می‌شوند، خارا و همکاران [۱۴] و چون آب رودخانه‌ها بیش از آب هر منبع دیگری برای مصارف گوناگون استفاده می‌شود، می‌تواند اثرات سوء گسترده‌ای بر محیط زیست داشته باشد، شاپوری و همکاران [۲۹]. بنابراین لازم است تا کاربری اراضی را از جنبه‌های مختلف مورد نقد و بررسی قرار داد تا به درک صحیح تاثیر آن کاربری بر تغییر کیفیت آب رودخانه دست یافت، سلاجقه و همکاران [۲۶]؛ ویتز و لورد [۳۴]. آب‌های سطحی به دلیل دسترسی آسان آن‌ها برای دفع پساب‌ها بیشتر در معرض آلودگی قرار دارند، کرباسی و همکاران [۱۰] و عمده منابع آلودگی آب‌های سطحی به ویژه رودخانه‌ها، منابع نقطه‌ای مانند زه‌کش‌های کشاورزی، پساب‌های شهری و صنعتی و منابع گسترده مانند زهاب‌های کشاورزی می‌باشند، نوری و همکاران [۲۳]؛ باک و همکاران [۳] و کاربری‌های مختلف درجات مختلفی از خطر را با توجه به مقدار و ویژگی پساب‌ها، برای منابع آبی دربر خواهد داشت، دامیان و مادالنا [۶]؛ سبیرنرنگ [۲۷]. بسیاری از مطالعات در سراسر جهان نشان داده‌اند که نوع استفاده از زمین دارای یک تاثیر قوی بر کیفیت آب، و ارتباط معنی‌داری بین پارامترهای کیفیت آب و نوع استفاده از زمین وجود دارد، تیو [۳۲]. آلوده‌کننده‌های آب شامل موادی هستند که خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب تحت تاثیر خود قرار می‌دهند، که این مواد معمولاً در اثر فعالیت‌های

۱- نویسنده مسئول و دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری پست الکترونیک: a.kavian@sanru.ac.ir

۲- کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری



شکل ۲- موقعیت نقاط نمونه برداری و کاربری های اراضی اطراف رودخانه (منبع: یافته های تحقیق)

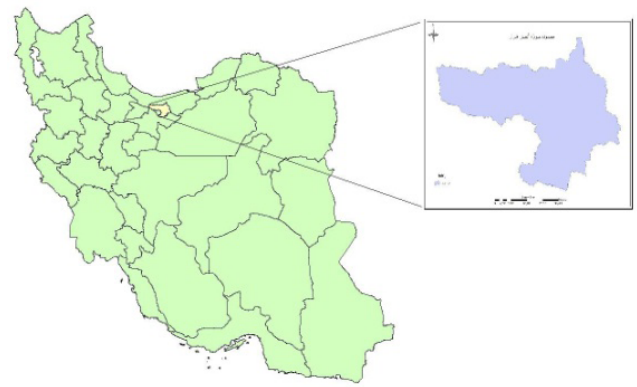
Fig 2. Location of sampling points and river riparian land uses (source: Research findings)

طول شرقی و بین $22^{\circ} 36'$ تا $25^{\circ} 45'$ واقع شده است. شکل شماره ۱ نمایی از موقعیت این حوضه را نشان می دهد. کاربری های حاضر در منطقه، شامل جنگل، مرتع، زراعت دیم و اراضی مسکونی است.

روش تحقیق

به منظور تعیین ایستگاه های نمونه برداری ابتدا نقشه مرز حوضه و همچنین نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز رودخانه هراز در محیط Arc/GIS10 تهیه و پس از انجام عملیات میدانی با توجه به موقعیت واحدهای صنعتی، مراکز شهری و روستایی و کاربری اراضی زیرحوضه های آبخیز و امکان دسترسی به ایستگاه ها و همچنین در مناطق ورودی شاخ آب های فرعی به رودخانه اصلی، وزارت نیرو [۲۴]، ۱۷ نقطه نمونه برداری در امتداد رودخانه از بالادست به طرف پایین دست انتخاب شد. زمان برداشت نمونه ها به گونه ای بوده که از بالادست رودخانه شروع و حتی الامکان سعی گردید با توجه به زمان تمرکز رودخانه نمونه برداری از سایت های مورد نظر در سه تکرار در هر یک از نقاط نمونه برداری و در هفته پایانی هر یک از فصول سال انجام گیرد. نحوه نمونه برداری بصورت اخذ نمونه رواناب به روش انتگراسیون عمقی بوده است. این نمونه ها بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شده و پارامترهای کیفیت آب در این ایستگاه ها بررسی گردید تا روند تغییرات پارامترها در مسیر رودخانه مشخص گردد (شکل ۲).

در آزمایشگاه به منظور اندازه گیری و سنجش شاخص های شیمیایی از دستگاه فتومتر ۷۱۰۰ (Photometer 7100) برای اندازه گیری کدورت، سختی کل، سولفات، فلوراید، آمونیاک، نیتريت، مس، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، فسفات، آلومینیم، سیلیس، کلراید و منگنز و از دستگاه PC ۳۰۰ به منظور سنجش شاخص های فیزیکی شامل TDS، هدایت الکتریکی، pH استفاده گردید و مقادیر بدست



شکل ۱- موقعیت حوضه رودخانه هراز نسبت به کل کشور
Fig 1. Location of Study area in Iran

انسانی ایجاد و به سه گروه عمده منابع آلوده کننده صنعتی، شهری و کشاورزی تقسیم بندی می شوند، لائورا و همکاران [۱۵].
بیو و همکاران [۲]، برای بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب و تشخیص عوامل و منابع آلودگی در رودخانه جین شو^۱ در جنوب کین لینگ^۲ چین روش های آماری چند متغیره و روش های شبکه ای را مورد استفاده قرار دادند و نتایج تحلیلی نشان داد که آلودگی آب در درجه اول از فاضلاب داخلی و جاری شدن ضایعات کشاورزی منتج می شود.

جمع بندی سوابق تحقیق دلالت بر اهمیت مطالعه کیفیت آب تحت تاثیر مؤلفه های مختلف و استفاده از اراضی حوزه آبخیز بالادست و نیز کاربری اراضی حاشیه رودخانه دارد. با این وجود مرور سوابق نشان دهنده کمبود تحقیقات در خصوص تغییرپذیری مکانی ویژگی های کیفی آب در جهت پایین دست رودخانه ها به سمت مخازن سدهای بزرگ می باشد. با توجه به انجام عملیات اجرایی سد مخزنی هراز بر روی رودخانه هراز با هدف ذخیره آب جهت استفاده های شرب و کشاورزی انجام تحقیقات کاربردی به منظور شناسایی کیفیت آب ورودی به مخزن سد بیش از پیش ضرورت می یابد. لذا این تحقیق با هدف اندازه گیری مستقیم مؤلفه های مختلف کیفیت آب در طول رودخانه هراز در جهت پایاب به سمت مخزن سد هراز، به منظور استخراج اطلاعات کاربردی شامل پتاسیم، کلسیم، منگنز نترات و ... از منابع مکانی تغییرپذیری کیفیت آب انجام گرفته تا بتوان در استفاده از آب مخزن مدیریت و برنامه ریزی مناسب تری ایجاد نمود.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز رودخانه هراز در شمال کشور و در جنوب استان مازندران و از نظر مختصات جغرافیایی بین $36^{\circ} 52'$ تا $43^{\circ} 51'$

1- Jinshui
2- Kinling

این مشخصه‌ها از حد مجاز فراتر رفته و به مرحله حادی رسیده‌اند، که برخی از پامترها مانند EC، TDS، سختی آب، کدورت، منیزیم، سیلیس، کلراید و سولفات دارای تغییرات بیشتری در طول مسیر رودخانه است.

سختی آب نیز از دیگر عوامل کیفی آب بوده، این پارامتر به عنوان یک عامل کاهنده قوی در مقابل مواد آلاینده و سمی محسوب می‌گردد و برای آبیان شرایط مناسب‌تری را ایجاد می‌کند، نادری و همکاران [۲۰]. میزان سختی بر اساس 3Caco نیز هر چند به طرف پایین دست روند افزایشی دارد، ولی براساس استانداردهای ارایه شده توسط سازمان محیط زیست دارای مقادیر مجاز می‌باشد. با توجه به نتایج داده‌ها، ایستگاه شماره ۶ که دارای سختی ۴۳۵/۵ میلی‌گرم بر لیتر و ایستگاه ۷ با سختی ۳۰۷/۷ برای ایجاد پرورش ماهی مناسب نیستند.

کدورت آب، نشان‌دهنده مواد کلئیدی خیلی ریز معلق در آب است که از فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی ناشی می‌شود. در رودخانه

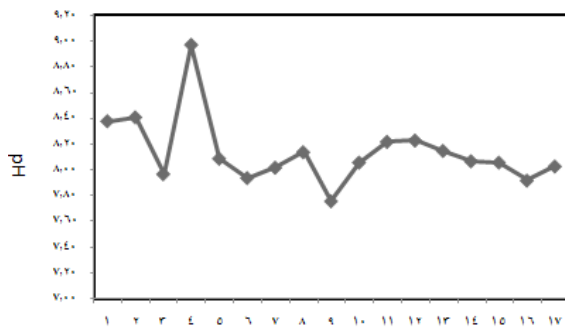
آمده از عملیات آزمایشگاهی با مقادیر استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مقایسه گردید.

نتایج

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در خصوص فاکتورهای کیفی آب در شکل‌های ۳ تا ۶ ارایه شده است.

بحث

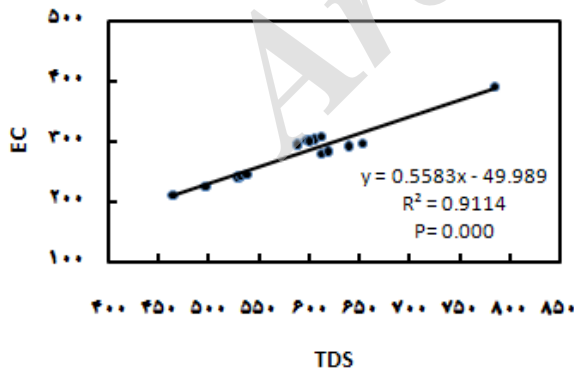
رودخانه هراز در طی مسیر خود به دلیل تاثیرپذیری از عوامل مختلف از جمله پساب مزارع کشاورزی، فاضلاب‌های انسانی و دامی، فاضلاب‌های شهری و اتصال برخی از رودهای فرعی به آن، از نظر کیفیت دچار تغییراتی می‌گردد. این تغییرات با منابع آلوده‌کننده در حوزه آبخیز و نوع اکوسیستم‌هایی که رودخانه از آنها عبور می‌نماید، قابل تجزیه و تحلیل می‌باشند. همچنین پارامترهای آلوده‌کننده در طول مسیر رودخانه روند افزایشی داشته و تعدادی از



نقاط نمونه برداری

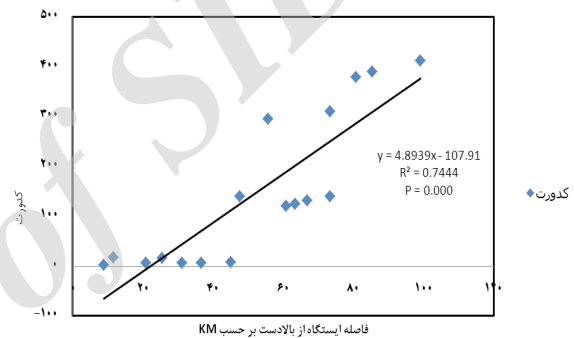
شکل ۵- تغییرات pH آب رودخانه هراز به طرف پایین دست (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig 5. Down stream changes in water pH along Haraz river (source: Research findings)



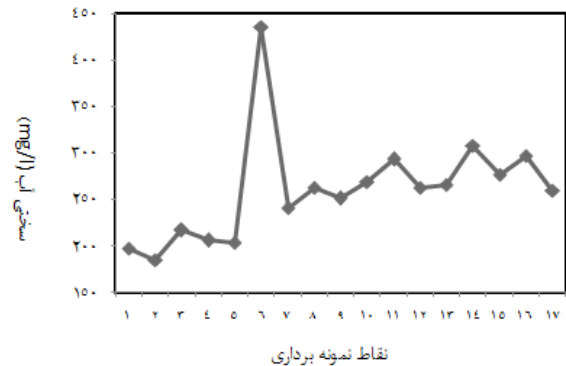
شکل ۶- رابطه تغییرات TDS با هدایت الکتریکی EC (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig 6. Relationship between TDS and EC (source: Research findings)



شکل ۳- روند تغییرات کدورت در طول رودخانه هراز و با فاصله ایستگاه‌ها (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig 3. Down stream changes in turbidity (source: Research findings)



شکل ۴- تغییرات سختی کل آب رودخانه هراز به طرف پایین دست (منبع: یافته‌های تحقیق)

Fig 4. Down stream changes in Total water hardness along Haraz river (source: Research findings)

Table 1. Significance of water physio-chemical parameters along Haraz river (source: Research findings)

sig	parameters	sig	parameters	sig	parameters
0.221	مس	0.28	فسفات	0.76	پتاسیم
0.037	کلراید	0.075	آلومینیوم	0.003	سولفات
0.604	نیتريت	0.745	فلوراید	0.000	منگنز
0.000	سیلیس	0.032	EC	0.003	آمونیاک
0.000	کدورت	0.020	TDS	0.58	کلسیم
0.044	pH	0.092	سختی کل	0.000	منیزیم

کشاورزی در اطراف رودخانه، این اکوسیستم به شدت در معرض خطر و نابودی قرار دارد.

ایستگاه‌های ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ که در مناطق مسکونی قرار گرفته‌اند به شدت در معرض تخریب قرار دارد، چرا که تقریباً تمامی مسیر رودخانه تغییر کاربری یافته و تبدیل به ویلاهای خوش‌نشینان و بومیان منطقه شده که فاضلاب‌های آن‌ها وارد رودخانه می‌گردد، شده است. با توجه به نتایج بدست آمده ایستگاه‌های شماره ۳، ۶، ۱۳، ۱۵ و ۱۶ دارای بیشترین تغییرات و افزایش در میزان پارامترهای مورد نظر می‌باشد.

منابع

- 1- Banejad, H. Abdolsalehi, S.A. Zare, H. 2009. Study of Qualitative and quantitative of GhezeloZan river water (Zanjan province), the ability to deposit formation and corrosion and provide strategies for use the agricultural sector. Eleventh National Congress of Corrosion, University of ShahidBahonar Kerman. 1417- 1438.
- 2- Bu, H. Tan, X. Li, S. Zhang, Q. 2010. Temporal and spatial variations of water quality in the Jinshui River of the South Qinling Mts., China. Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety. 73(5): 907-913.
- 3- Buck, O. Dev, K.N. Colin, R. 2004. Townsend, Scale-dependence of land use effects on water quality of streams in agricultural catchments. Journal of Environmental Pollution. 130(2): 287- 299.
- 4- Cheng, L. Jueyi, S. Zhao-Yin, W. 2008. Sediment load reduction in Chinese rivers. Journal of Sediment Research. 23(1): 44-55.

هراز نیز بعد از نقطه شماره ۸ کدورت آب افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته و این افزایش غلظت تا آخرین ایستگاه مورد مطالعه ادامه پیدا می‌کند که این افزایش، به دلیل پذیرش فاضلاب‌های شهری و همچنین زمین‌های کشاورزی و مزارع پرورش ماهی اطراف رودخانه می‌باشد. که با نتایج خارا و همکاران [۱۴] مطابقت دارد.

هدایت الکتریکی آب (EC) رودخانه نیز در طول شاخه اصلی به تدریج افزایش نشان می‌دهد که این افزایش بدلیل ورود شاخه‌های فرعی با مقادیر بالای هدایت الکتریکی می‌باشد.

سولفات (SO₄) نیز در طول رودخانه روند افزایشی داشته و با توجه به افزایش این پارامتر در بعضی نقاط می‌توان به تاثیر کاربری‌های اراضی و ورود شاخه‌های فرعی آلوده به شاخه اصلی پی برد. همچنین چشمه‌های آبگرم در بالادست این منطقه، می‌تواند باعث افزایش غلظت سولفات گردد.

کلراید (Cl) نیز از بالا به طرف پایین‌دست رودخانه، روند کاهشی دارد.

نیتريت (NO₂)، که یک گاز سمی در آب می‌باشد و به دلیل تاثیر بر آبشش‌های ماهی منجر به آسیب‌های بافتی می‌گردد، نیز تغییرات قابل توجهی را در طول رودخانه هراز نشان می‌دهد. نکته قابل توجه در این مورد، افزایش میزان این پارامتر بعد از مزارع پرورش ماهی و نقاط روستایی است، که با نتایج کاشفی‌الاصل و زعیمدار [۱۱] مطابقت دارد.

همچنین با توجه به یافته‌های تحقیق، غلظت فلوراید در آب رودخانه هراز در محدوده ۰/۳۲ - ۰/۸۳ قرار داشت، بنابراین میزان فلوراید در تمامی ایستگاه‌ها، پایین‌تر از حد مجاز یاد شده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتیجه کلی این‌که، ایستگاه‌های شماره ۱ و ۲ دارای کمترین بار آلودگی به لحاظ مشخصه‌های کیفی و عناصر محلول در آب بوده که این امر ناشی از اکوسیستم نسبتاً بکری است که رودخانه در آن جریان دارد. ولی متأسفانه به طرف پایین دست رودخانه، بر اثر افزایش دخالت‌های انسانی از قبیل ساخت و سازها و زمین‌های

- 12- Salajegheh, A. Razavizadeh, S. Khorasani, N. Hamidifar, M. Salajegheh, S. 2011. Land use change and its impacts on water quality in the river (case study: Karkheh basin). *Journal of Environmental Studies*. 37(58): 81-86.
- 13- Seeboonruang, U. 2012. A statistical assessment of the impact of land uses on surface water quality indexes. *Journal of Environmental Management*, 101: 134-142.
- 14- Shapouri, M. Zolriasatein, N. Azaryad, H. 2010. Rapid assessment of Gorgan river water quality based on biological parameters. *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*. 5(3): 115-129.
- 15- Singh, P. Malik, K. Sinha, S. 2005. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques a case study. *Journal of Analytica Chimica Acta*. 538(1-2): 355-374.
- 16- Tu, J. 2011. Spatially varying relationships between land use and water quality across an urbanization gradient explored by geographically weighted regression. *Journal of Applied Geography*, 31(1): 376-392.
- 17- Withers, P. J. A. Lord, E. I. 2002. Agricultural Nutrient Inputs to Rivers and Groundwater in the UK: Policy, Environmental Management and Research Needs. *Journal of the Science of the Total Environment*. 282- 283: 9-24.
- 5- Damian, A. Magdalena, M. 2007. Changes in water quality and runoff in the Upper Oder River Basin. *Journal of Geomorphology*. 92(3-4): 106-118.
- 6- Karbasi, A. Bayati, A. Nabibidhendi, G. 2006. Investigated of Pollution intensity of heavy metals in The Shafaroud river sediments. *Journal of Environmental Studies*. 39(32): 41-48.
- 7- Kashefi, M. Zaimdar, M. 2009. The need for quality management Jajrood River. *Journal of Environmental Science and Technology*, 11(2): 119-129.
- 8- Khara, H. Mazlomi, Sh.A. Nezami, A. Akbarzadeh, S. Gholipour, M. 2011. Water quality of Oshmak River (Guilan Province). *Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch*. 5(3): 41-54.
- 9- Laura, M. M. Casaux, R. Archangelsky, M. Di Prinzio, C. Y. Brand, C. Kutschker, A.M. 2011. Assessing land-use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. *Journal of Science of the Total Environment*. 409(3): 612-624.
- 10- Naderi, M. Esmaeili, A. Ahmadi, M. Seifabadi, J. Abdoli, A. 2006. The Effects of Trout Farm Effluents on the Water Quality Parameters of Haraz River *Journal of Environmental Sciences*. 4(2): 21-36.
- 11- Noori, R. Krachian, R. Khodadadi, A. Shakibayinia, A. 2007. Assessment of river quality monitoring stations, using main components analysis and factor analysis. Case study: Karun River. *Journal of Water & Wastewater*. 18(63): 60-69.

*Abstract (Technical Note)***Spatial variability of water quality in the Haraz River toward downstream**A. Kavian¹, H. Eslamiparikhani² and M. habibnejad³

Received: 2015.6.22 Accepted: 2015.11.30

The effective role of water in human health and sustainable development is undeniable. However, population growth and pollution limits the quantity and quality of water resources in the world. Increasing trend of pollution and decreasing water resources quality cause the need for proper management of these resources for different applications. The Haraz River has many usages in drinking, agriculture and aquaculture. Because of the Haraz dam construction on the river, the study of water quality in this river is necessary. For this purpose and in order to assess the river water quality, 17 points were selected and the water sampling was collected along this river. Then, the condition of the water quality in the Haraz river was investigated by comparing with international standards in terms of physic-chemical properties such as turbidity, total dissolved material, electrical conductivity, pH, total hardness, sulfate, fluoride, ammonia, nitrite, copper, magnesium, calcium, potassium, phosphorus, aluminum, silica, manganese and chloride. Also, Excel and the SPSS software were used to analyze the data. The other required maps were produced using the ArcGis10 software. The results show that the water quality strongly depends on the land uses, the type of landscape, and human presence. Based on these results, stations 1 and 2 had the high level of quality, but toward the downstream stations, including stations 6, 9, 13, 15, the condition of the water quality was deteriorated and it had more pollution.

Keywords: *Pollution, Water quality, Physicochemical properties, the Haraz River.*

1- Associate Professor, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University Corresponding Author
Email: a.kavian@sanru.ac.ir

2- M.Sc. in Watershed management, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Sari.

3- Professor, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.