Effect of Industrial and Municipal Effluents on Biochemical Changes in Kor River

Jaafarzadeh, N. and Abbassi, S.A.

Environmental Health Dept., School of Public Health, Ahwaz Medical Science University.

Abstract

Water is an integral part of man's environment, which is a limited resource. The demand for water is increasing continuously whereas the available water is more and less constant. Under these circumstances, there is an urgent need to introduce better water resources management techniques. The first step in sustainable management of the kor river is to obtain information about its qulity fluctuations. A study was conducted at 19 stations along the main portion of this river in order to indentify the industrial and municipal pollution sources of the Kor river. The quantity and quality of wastewater discharged to the river were measured.

In order to predict normal and critical conditions, Dissolved Oxygen (DO) fluctuations was measured during a period of three years. By using a computer programme the reduction trend of DO was predicted. The results showed that the industrial effluents have much higher influence in DO depletion than municipal one. In critical conditions DO concentration dropped to less than 0.3 mg/L because of heavily discharge of municipal and industrial wastewater.

تأثیر ورود فاضلابهای صنعتی و شهری بر تغییرات بیوشیمی رودخانه کر

نعمت ا... جعفرزاده* - علی عباسی*

چکیده

در این بررسی ابتدا منابع آلاینده صنعتی و شهری رودخانه کر شناسایی شده و سپس کمیت و کیفیت فاضلابهای ورودی به این رودخانه اندازه گیری شده‌اند. با مطالعه دقیق تغییرات غلظت اکسیژن محلول در یک دوره سه ساله و با استفاده از یک برنامه کامپیوتری روند کاهش اکسیژن محلول در نوزده ایستگاه انتخابی برای شرایط معمول و بحرانی ارزیابی گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که فاضلابهای صنعتی بیش از فاضلابهای شهری در کاهش اکسیژن محلول رودخانه مؤثر بوده و همچنین این مطالعه نشان داد که در شرایط بحرانی به دلیل ورود فاضلاب صنایع پتروشیمی، تصفیه و تولید قند، تولید چرم، گوشت و محصولات پروتئینی و فاضلابهای شهری غلظت اکسیژن محلول رودخانه به پایین‌تر از ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر کاهش می‌یابد.

مقدمه

با توجه به شرایط ویژه آبهای جاری در نقاط مختلف ایران و مجاورت رودخانه‌های مهم کشور با مناطق مهم شهری و صنعتی، انجام مطالعات دقیق در رابطه با ورود فاضلاب منابع فوق به جریان‌های آبی و ارزیابی چگونگی تأثیر آنها بر کیفیت آبهای پذیرنده ضروری می‌باشد.

این پژوهش نیز به منظور شناسایی منابع آلوده کننده یکی از رودخانه‌های مهم مرکزی ایران و تعیین میزان بار آلودگی آن صورت گرفته و افزون بر آن توانایی رودخانه فوق در جذب و تحلیل بار آلوده کننده ورودی در یک دوره سه‌ساله مورد بررسی و ارزیابی واقع شده است.

با استفاده از نتایج به دست آمده و با کاربرد مدلهای مرسوم در محاسبات خودپالایی، روند کاهش و افت غلظت اکسیژن محلول در شرایط متفاوت پیش‌بینی گردیده است.

مواد و روشها

در این مطالعه، تمام اطلاعات آب‌شناسی، هیدرولیک و اقلیمی مورد نیاز بر روی ۲۰ ایستگاه تحت کنترل سازمان منطقه‌ای آب استان فارس و از طریق دفتر بررسی منابع آبهای سطحی تأمین گردیده است.

برای تعیین کیفیت آب رودخانه کر و مطالعه در زمینه میزان تأثیر تخلیه فاضلابها، ۱۹ ایستگاه بر روی رودخانه با استفاده از خطوط راهنما و دستورالعمل‌های سازمان حفاظت محیط زیست انتخاب گردیدند [۲].

* - دانشگاه علوم پزشکی اهواز، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط

ایستگاههای انتخاب شده نشانگر کیفیت آب رودخانه در بالادست و پایین‌دست محل‌های تخلیه فاضلاب به رودخانه بوده و برای بررسی تغییرات غلظت اکسیژن محلول و تعیین میزان اکسیژن مورد نیاز مواد آلی و برآورد میزان هواگیری رودخانه نیز مورد استفاده قرار گرفتند.

پس از انتخاب ایستگاهها، داده‌های مربوط به منابع آلاینده، نقاط ورودی فاضلابها به رودخانه و محل دقیق ایستگاههای انتخاب شده بر روی نقشه مشخص گردیده و فواصل بین ایستگاهها محاسبه گشت.

پس از بررسی دقیق فرایند تولید در واحدهای صنعتی مجاور رودخانه و تعیین محل‌های تولید آلودگی، نقاط نمونه‌برداری بر روی فاضلاب هر صنعت مشخص شده و با استفاده از روش‌های استاندارد [۳]، نمونه‌برداری از فاضلابها و آب رودخانه در ایستگاههای نوزده گانه انجام شد.

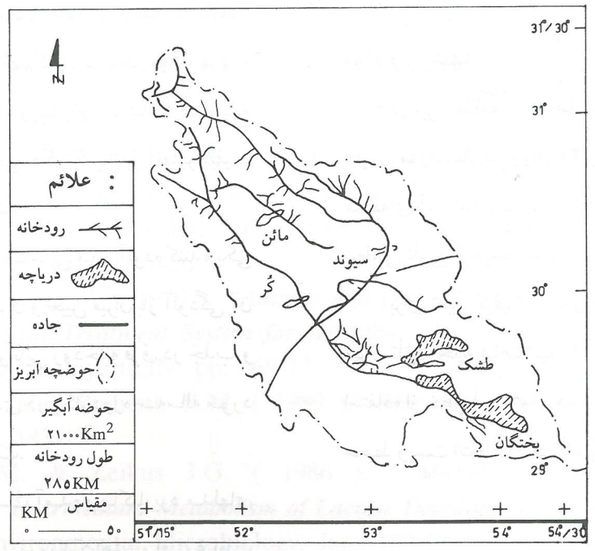
با استفاده از دو مرجع "روش‌های استاندارد برای آزمایش آب و فاضلاب" [۴] و "روش‌های استاندارد انجمن آمریکایی روش‌ها و مواد" [۵]، آزمایش‌های ضروری بر روی نمونه‌ها صورت گرفت.

ویژگی‌های رودخانه کر

این رودخانه از به هم پیوستن تعداد زیادی جریان کوچک در منطقه کوهستانی شمال استان فارس تشکیل شده و پس از طی مسافتی معادل ۲۸۵ کیلومتر در جنوب شرقی حوضه آبریز به دریاچه بختگان می‌ریزد (شکل ۱). در حدود ۹۰ کیلومتر از مسیر این رودخانه در مناطق کوهستانی بوده و پس از دریاچه سد درودزن، ۱۹۵ کیلومتر بعدی مسیر رودخانه را دشت مسطح و هموار تشکیل می‌دهد. میانگین شیب رودخانه در مناطق کوهستانی و دشتی به ترتیب ۰/۸۲ و ۰/۱ درصد می‌باشد.

بستر رودخانه در بالادست از قلوه‌سنگ و ماسه‌های درشت آبرفتی تشکیل شده و به تدریج در پایین‌دست به ماسه‌های نرم، رس و مخلوط سیلت و موادقابل ته‌نشینی تبدیل می‌گردد.

بیشترین مصرف آب این رودخانه به میزان ۴۶۵ میلیون مترمکعب در سال برای تأمین نیازهای کشاورزی بوده و در حدود ۴۰ میلیون مترمکعب در سال نیز برای مصارف صنعتی و شرب از رودخانه کر تأمین می‌گردد.



شکل ۱- حوضه آبریز رودخانه کر

منابع آلاینده

هر چند در مناطق کوهستانی تخلیه مازاد آب مصرفی در آبیاری شالیزارهای برنج و فاضلاب خانگی مناطق روستایی مجاور آن مهمترین عوامل آلوده کننده این رودخانه می‌باشند، اما به دلیل پراکندگی این منابع، رودخانه در این مناطق از توان خودپالایی مناسبی برخوردار بوده و کیفیت آب آن مطلوب است.

در مناطق دشتی، فاضلابهای ورودی از مناطق روستایی به یکدیگر نزدیک بوده و علاوه بر آن ورود فاضلاب شهر مرودشت با جمعیتی معادل ۱۰۰۰۰۰ نفر، همراه با مازاد آب اراضی کشاورزی (برنج، گندم، ذرت، چغندرقند)، زهکش‌های اراضی مجاور و فاضلاب‌های صنایع مختلف نیز وارد رودخانه می‌گردد.

برخی از مهمترین فاضلابهای صنعتی که وارد رودخانه کر می‌گردند شامل فاضلاب مجتمع صنایع گوشت، تولید کود شیمیایی و پتروشیمی، چرم و دباغی، تولید قند، آرد و بیسکویت و ساخت تجهیزات برقی خانگی می‌باشد. حجم فاضلاب صنعتی تخلیه شده به رودخانه برابر با ۵۶۰۰۰ مترمکعب در روز بوده و بار آلودگی وارده در اثر تخلیه فاضلابهای صنعتی به رودخانه بر حسب BOD_5 معادل آلودگی ۸۰۰۰۰۰ نفر است.

نتایج

نتایج به دست آمده در رابطه با کیفیت فاضلابهای صنعتی در جدول ۱ ارائه گردیده و ویژگی کمی آب مصرفی و فاضلاب تولیدی هر یک از واحدهای صنعتی در جدول ۲ و برخی از ویژگیهای رودخانه کر در جدول ۳ و شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- میانگین غلظت برخی از اجزاء موجود در فاضلاب واحدهای مورد بررسی (۵ نمونه)

جزء mg/L / واحد صنعتی	TDS	TSS	TKN	COD	BOD_5
مجتمع گوشت	۱۶۸۰	۱۶۵	۲۴/۷۵	۳۳۰	۱۹۵
مجتمع پتروشیمی	۵۱۸۰	۲۲۰۰	۵۶/۵	۷۰۰	۲۳۰
تولید کود شیمیایی	۷۵۴۰	۳۵۰۰	۴۱/۵	۴۲۰	۱۶۵
چرمسازی	۱۳۹۰۰	۳۱۰۰	۹۸	۳۹۵۰	۱۲۱۰
تولید لوازم برقی	۳۴۰	۴۰	۱/۴	۴۵۵	۱۰۰
آرد و بیسکویت	۱۷۴۰	۴۵۰	۱۷/۶	۹۲۵	۵۳۵
تولید قند ازچغندر	۲۷۰۰	۵۳۰۰	۱۴/۲	۲۶۷۰	۱۱۹۵
زهکش اراضی	۱۳۰۰	۳۴۵	۶/۲	۴۵	۲۶
فاضلاب شهری	۸۷۰	۴۹۰	۶۵	۱۱۰۰	۳۷۰

جدول ۲- مصرف آب و تولید فاضلاب در واحدهای صنعتی آلوده کننده رودخانه

واحدصنعتی / داده‌ها m^3/d	مجتمع گوشت	پتروشیمی	کود شیمیایی	چرمسازی	الکترونیک	آرد و بیسکویت	قند
مصرف آب	۹۵۰	۳۵۰۰۰	۱۷۵۰۰	۸۵۰	۶۰۰	۱۱۵	۱۷۲۰۰
فاضلاب صنعتی	۴۷۰	۲۷۰۰۰	۱۱۰۰۰	۶۰۰	۳۲۵	۵۰	۱۵۸۰۰
فاضلاب بهداشتی	۲۳۰	۲۹۰	۳۲۰	۷۰	۱۷۰	۴۵	۲۶۰

بحث و نتیجه گیری

پس از تعیین ویژگیهای کمی و کیفی منابع آلوده کننده رودخانه، درگام بعدی میزان اکسیژن محلول تولیدی به وسیله فتوسنتز و نیز هوا گیری از جو اطراف در رودخانه اندازه گیری و محاسبه گردیدند.

سپس با تعیین میزان اکسیژن مورد نیاز مواد آلی و محاسبه میزان تأثیر ته‌نشینی مواد بر موازنه اکسیژن محلول و نیز تعیین میزان مصرف اکسیژن بر اثر تجزیه مواد در رسوب رودخانه، تغییرات اکسیژن محلول رودخانه مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای محاسبه میزان اکسیژن زدایی و هوا گیری، معادلات ۱ و ۲ متعلق به استریتر - فپلس [۶] و معادله ۳ متعلق به روش گرافیکی توماس [۷] مورد استفاده قرار گرفتند.

$$K_1 = \frac{1}{\Delta t}\log\frac{L_A}{L_B} \qquad (1)$$

$$K_2 = K_1\frac{\overline{L}}{\overline{D}} - \frac{\Delta\overline{D}}{2/3\Delta t\overline{D}} \qquad (2)$$

$$\left(\frac{t}{BOD}\right) = (k_1 L) + \frac{K_1^{\frac{2}{3}}}{6L}t \qquad (3)$$

متغیرهای به کار برده شده در این معادلات به شرح زیر هستند:

K_1 = ضریب اکسیژن خواهی مواد آلی، day^{-1}

Δt = تغییرات زمان جریان در فاصله دونقطه، day

$L_A = BOD$ نهایی در ایستگاه A، mg/L

$L_B = BOD$ نهایی در ایستگاه B، mg/L

K_2 = ضریب اکسیژن‌پذیری رودخانه، day^{-1}

$\overline{L}$ = میانگین BOD نهایی در حد فاصله ایستگاه A تا B، mg/L

$\overline{D}$ = میانگین کمبود اکسیژن از حالت اشباع در فاصله دو ایستگاه A و B، mg/L

t = زمان، day

$L = BOD$ نهایی، mg/L

با استفاده از معادله توماس و محاسبه K_3، اثر بار آلی ته‌نشین شده به وسیله معادله ۴ به دست آمد.

$$L_B = \left[L_A - \frac{P}{2/3(K_1+K_3)}\right]10^{-(K_1+K_3)t} + \frac{P}{2/3(K_1+K_3)} \qquad (4)$$

P = میزان اکسیژن مصرفی به وسیله رسوب رودخانه ppm/day.

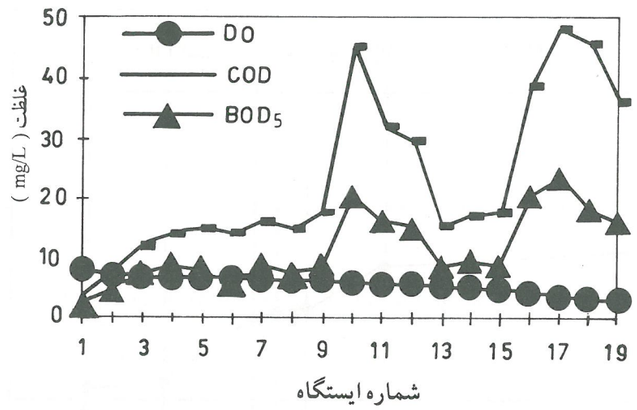
سپس با کاربرد معادله کمپ [۸] و نتایج مطالعات انجام شده قبلی [۱] بر روی رسوب رودخانه کر، میزان K_4 نیز با استفاده از معادله ۵ به دست آمد.

$$L_d = L_{do}10^{-K_4 t} \qquad (5)$$

K_4 = ضریب اکسیژن خواهی رسوبات بستر، day^{-1}

$L_d = BOD$ رسوبات در زمان t، mg/L

$L_{do} = BOD$ نهایی رسوبات رودخانه، mg/L



شکل ۲ - غلظت برخی از اجزاء شیمیایی در ایستگاههای انتخابی

میزان اکسیژن محلول تولیدی در اثر فتوسنتز با استفاده از روش بطری تاریک و روشن [۸] در برخی ایستگاهها تعیین شد و در نهایت با استفاده از معادله جامع (۶) کمبود اکسیژن در شرایط بحرانی برای زمانی که کمترین آبگذر و بیشترین دمای محیطی وجود داشته باشد محاسبه شد.

$$D_B = \frac{K_1}{K_2-K_1-K_3}\left[L_B - \frac{P}{2/3(K_1+K_3)}\right]\left[10^{-(K_1+K_3)t} - 10^{-K_2 t}\right] + \frac{K_1}{K_3}\left[\frac{P}{2/3(K_1+K_3)} - \frac{\alpha}{2/3K_1}\right]\left[\left(1-10^{-K_2 t}\right) + D_a\left(10^{-K_2 t}\right)\right] \qquad (6)$$

D_B = کمبود اکسیژن از حالت اشباع در ایستگاه B، (mg/L)

α = میزان اکسیژن تولید شده بر اثر فتوسنتز، ppm/day

D_a = کمبود اکسیژن از حالت اشباع در ایستگاه A، mg/L

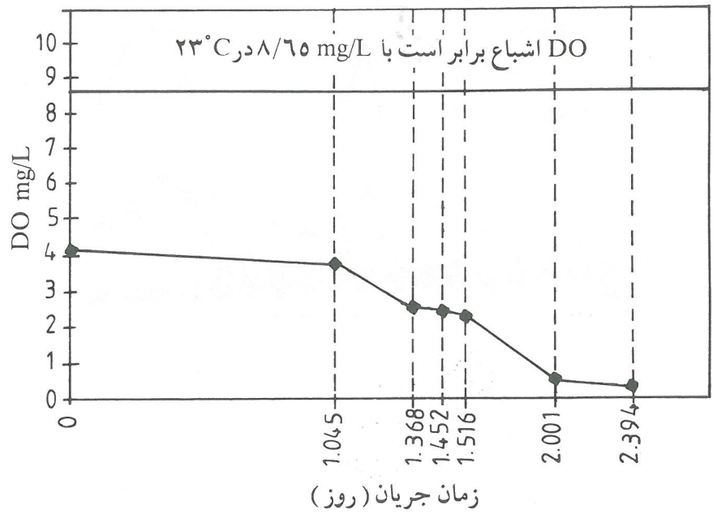
نتایج بدست آمده برای شرایط بحرانی در رودخانه در جدول ۴ نشان داده شده است. این نتایج مشخص می‌نمایند که در نقاط پایین‌دست محل ورود فاضلاب به رودخانه، میزان اکسیژن محلول به سرعت کاهش می‌یابد.

مقایسه میزان اکسیژن موجود با اکسیژن محلول اشباع در ایستگاههای مختلف نشان می‌دهد که میزان کمبود اکسیژن از ۴/۴ میلی‌گرم در لیتر در اولین ایستگاه به ۸/۳ میلی‌گرم در لیتر در آخرین ایستگاه افزایش می‌یابد.

این مطالعه نشان داد که شیب اندک رودخانه، احداث آب‌بندهای کوچک بر روی رودخانه و ورود فاضلاب مجتمع پتروشیمی که حاوی مقادیر بسیار زیاد کلرورکلسیم می‌باشد، از مهمترین عوامل کاهش سرعت رودخانه و افزایش ته‌نشینی مواد آلی و معدنی و در نهایت کاهش سریع غلظت اکسیژن محلول رودخانه می‌باشند.

جدول ۳- میانگین مقادیر برخی از مهمترین ویژگیهای کیفی آب رودخانه کر (۲۹۰ نمونه)

شماره ایستگاه / ویژگی mg/L	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹
TDS	۲۴۰	۳۰۰	۳۰۰	۲۶۰	۵۸۰	۴۰۰	۴۲۰	۵۰۰	۴۷۰	۶۰۰	۶۰۰	۴۷۰	۵۳۰	۵۵۴	۵۸۵	۵۰۰	۵۳۵	۵۲۵	۵۳۰
TSS	۵۰	۸۲	۸۰	۶۰	۷۰	۱۰۰	۷۵	۹۵	۸۰	۹۰	۷۰	۸۰	۹۵	۱۲۳	۱۳۸	۱۴۰	۱۴۸	۱۵۹	۱۵۳
TKN	۰/۳	۰/۳۵	۰/۷	۰/۷	۱/۵	۰/۹	۱/۳	۱/۷	۱/۹۵	۲/۱۵	۲/۹	۲/۱۵	۳/۷	۳/۹	۴/۸	۴/۸	۶/۱	۷/۳	۹/۸
PO_4	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۷	۰/۴۵	۰/۲	۰/۴۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۵	۰/۵	۰/۹	۰/۷	۰/۹	۲/۴	۳/۳	۳/۹	۴/۲۳



شکل ۳- منحنی افت اکسیژن رودخانه کر در شرایط بحرانی

این مطالعه همچنین نشان داد که مهمترین منابع آلوده کننده رودخانه کر شامل فاضلاب صنایع پتروشیمی، تولید قند از چغندر، مجتمع گوشت و محصولات جانبی و فاضلاب شهری می‌باشند.

نتایج به دست آمده تأکید می‌کنند که به دلیل شیب اندک و پایین بودن سطح آب رودخانه از کرانه‌های آن و نیز کدورت بسیار زیاد آب رودخانه، در عمل هواگیری مجدد و تأمین اکسیژن از طریق فیزیکی و بیولوژیکی برای جبران کاهش غلظت اکسیژن محلول کافی نمی‌باشد.

با استفاده از نتایج به دست آمده و کاربرد یک برنامه کامپیوتری، منحنی افت اکسیژن برای شرایط مورد مطالعه و شرایط بحرانی رسم گردید. شکل ۳ نشان دهنده وضعیت افت اکسیژن در شرایط بحرانی می‌باشد.

این منحنی نشان می‌دهد که میزان اکسیژن محلول رودخانه بسیار نامناسب بوده و با استفاده از آن می‌توان دریافت که برای جلوگیری از وضعیت موجود، مهمترین واحدهای آلوده کننده رودخانه تا چه درجه‌ای باید فاضلاب‌های خود را تصفیه کنند.

جدول ۴-کمبود اکسیژن محلول رودخانه کر در شرایط بحرانی

محدوده	۱		۲		۳		۴		۵		۶	
ایستگاه	۴	۰	۵	۶	۷	۹	۱۰	۱۱	۱۳	۱۶	۱۶	۱۹
میانگین DO (mg/L)	۴	۲/۵۱	۲/۵۱	۲/۵۶	۲/۵۳	۲/۵۲	۲/۴۷	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۱
کمبود mg/L	۴/۶۵	۶/۱۴	۶/۱۴	۶/۰۹	۶/۱۲	۶/۱۳	۶/۱۸	۸/۲۹	۸/۳۳	۸/۴۱	۸/۴۱	۸/۴۴

منابع:

۱- شمشیری، ع.ا. " بررسی کیفیت رودخانه کر " پایان نامه تحصیلی، دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز، ۱۳۶۶.

2- Environmental Protection Office of Iran (1985)." ***Guideline for River Pollution Studies.***"

3- Krajca, J. M. (1987). " ***Sampling Surface Waters,***" John Willy and Sons, New York, Chap.3, pp. 52-96.

4- APHA (1985). " ***Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.***" USA.

5- ASTM (1985). Vol. 11.04, USA.

6- Streeter, H. W, and Phepls, E.B.,(1925). " ***A Study of Pollution and Natural Purification of Ohio River*** ". Public Health Service Bull., 146.

7- McGhee, T.J. (1991)." ***Water Supply and Sewerage,***" McGraw - Hill.

8- Camp, T.R., (1985). " ***Field Estimate of Oxygen Balance Parameters***", ASCE, J. Sanitary Eng.