

بررسی استفاده مجدد از پساب و لجن تصفیه خانه فاضلاب در فضای سبز شهر (مطالعه موردی تصفیه خانه فاضلاب شهر اهواز)

فرامرز نجف پور^۱، محسن سلیمانی بابرساد^۲، حمیدرضا دناک^۳

۱- گروه مهندسی آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- گروه مهندسی آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی آب دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۰۶

چکیده

در این پژوهش با در نظر گرفتن استانداردهای کیفیت پساب و لجن فاضلاب پارامترهای کیفی برای استفاده جهت مصارف آبیاری فضای سبز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. براساس رهنمود آیزر و وستکات پارامترهای کیفی پساب تصفیه شده فاضلاب جهت آبیاری سطحی در این سال عموماً در رده محدودیت کم تا متوسط قرار دارد، نتایج حاصل از کلاس بندی ویلکاکس، شوری را در کلاس زیاد و گاهی شدید و سدیمی بودن آب را در کلاس کم قرار داده است که خطر شوری خاک در دراز مدت برای آبیاری گیاهان با همین کیفیت را هشدار می دهد، نتایج حاصل از ارزیابی کیفیت بیولوژیکی آب کارون نشان داد وجود پاتوزن هایی نظیر سالمونلا، ژیاوردیا، اشرشیا و شیگلا را در آب کارون نشان می دهد. از نظر بافت خاک منطقه مورد استفاده جهت فضای سبز در رده خاک های لومی و شنی قرار ارزیابی شد که مناسب جهت کاشت گیاهان چمنی و درختچه های کوتاه تزئینی می باشد. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از پارامترهای کیفی آب خام رودخانه کارون جهت آبیاری فضای سبز شهری با انجام تمهیداتی قابل استفاده ارزیابی گردید.

واژه های کلیدی: کیفیت آب، آیزر و وستکات، ویلکاکس، آبیاری سطحی، فضای سبز

مقدمه

مطرح می باشد تاثیر آن بر گیاه و خاک است. این تاثیر ناشی از ناخالصی های فیزیکی و شیمیایی موجود در آب می باشد که عوامل محیطی نیز بعضاً اثر آنها را تشدید و یا تقلیل می دهد. در آب آبیاری به ناخالصی های فیزیکی کمتر توجه شده و بیشتر معیارهای شیمیایی مد نظر است اما امروزه با توجه به کمبود آب و استفاده از آبهای نامتعارف در آبیاری، مانند فاضلاب ها و سیلاب ها نقش آلاینده های فیزیکی نیز اهمیت پیدا کرده است. با این وجود جای تعجب نخواهد بود اگر اظهار شود که هنوز سیستم طبقه بندی های موجود تنها جنبه راهنما دارند. غلظت و ترکیبات مواد حل شده در آب است که بیشترین تاثیر را بر رشد گیاه یا خصوصیات خاک دارا می باشد. استفاده از فاضلاب

آبی که ما برای آبیاری فضای سبز بکار می بریم هیچ وقت بصورت خالص وجود نداشته و همواره محتوی مقداری مواد معلق یا حل شده می باشد. بنابراین در روابط بین آب-خاک-گیاه باید آب ناخالص را در نظر گرفت. ناخالصی های آب تا جایی که از حد معینی تجاوز نکند مانع از مصرف آن نمی شود. زیرا هر گونه مصرف آب معیارهای مخصوص به خود را دارد. مثلاً معیارهای کیفی برای آب شرب با معیارهای آب آبیاری فرق خواهد کرد. این معیارها نیز اعداد یا ارقام دقیقی بوده و بلکه طیف گسترده ای را تشکیل می دهند که بسته به وضعیت مصرف متفاوت می باشند. آنچه از نظر آبیاری در رابطه با کیفیت آب

شهر و شرکت های آبیاری، بخش عمده ای از پساب تصفیه شده شهری در اختیار کشاورزان قرار می گیرد و به جای آن آب شیرین مصرفی در کشاورزی به شهر انتقال یافته و مورد مصرف قرار می گیرد (توکل و طباطبایی ۱۳۷۸).

مواد و روش

مشخصات تصفیه خانه فاضلاب غرب

اهواز (چنیبیه)

تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز در بخش چنیبیه اهواز واقع شده است این تصفیه خانه در حال حاضر با ظرفیت ۱۴۴۰۰۰ نفر جمعیت (۴۲ هزار متر مکعب در روز فاضلاب خام) و با حجم فاضلاب تصفیه شده ۳۴۹ لیتر در ثانیه در حال کار می باشد. اطراف تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز زمین های کشاورزی وجود دارد که با آب رودخانه کارون آبیاری می شوند آبیاری در منطقه به روش سطحی بوده و کشاورزان می توانند به جای استفاده از آب رودخانه کارون از فاضلاب تصفیه شده تصفیه خانه استفاده کنند.

شرایط استفاده از لجن در زمین بر اساس

استاندارد EPA آمریکا

سازمان محیط زیست ایالات متحده در سال ۱۹۹۳ استانداردهایی را جهت استفاده و دفع لجن در نظر گرفته است این مقررات که در زیر قسمت ۵۰۳ آیین نامه CFR ۴۰ آمده است، به دو کلاس A و B طبقه بندی می شود.

انسانی در تولید محصولات کشاورزی از طریق حاصلخیز کردن خاکها از قدیم الایام، در کشورهای آسیایی رواج داشته است. در عصر حاضر نیز در کشورهایی مثل آلمان، انگلیس و آمریکا از اواخر قرن نوزدهم مهمترین روش دفع فاضلاب، استفاده از آن در زمین های کشاورزی بود. به این زمین ها مزرعه فاضلاب می گفتند و این کار مانع زیادی برای کشاورزان در برداشت ایجاد می کرد. برای اولین بار در آمریکا در سال ۱۸۸۹ پساب فاضلاب جهت آبیاری و کوددهی به فضای سبز در پارک مشهور (گلدن کیت) در سانفرانسیسکو بکار رفت. پس از آن سال در سال ۱۹۲۹ در شهر پومونا (کالیفرنیا)، استفاده اصولی از پساب تصفیه شده جهت آبیاری باغها و فضای سبز شروع شد. گزارش شده که در سال ۱۹۸۰ حدود ۶۰ درصد فاضلاب های تولیدی در آمریکا در کشاورزی مصرف می شده است. در ازبکستان بیش از ۴۰ درصد فاضلاب ها در کشاورزی بخصوص در کشت پنبه دوباره استفاده می شود. در شهر سان دیگو کالیفرنیا کارخانه بازیافت آب با ظرفیت ۱۱۳ هزار متر مکعب در روز (۳۰ مگا گالن در روز) در سال ۱۹۹۷ به بهره برداری رسید و تا سال ۲۰۰۷ ظرفیت آن به ۱۷۰ هزار متر مکعب در روز (۴۰ مگا گالن در روز خواهد رسید که تامین کننده ۱۲ درصد از کل نیاز آبی کشاورزی (۴۰۰ میلیون متر مکعب در سال) منطقه سان دیگو خواهد بود. در مجموع، ۶۰ درصد از کل ۴۳۲ میلیون متر مکعب پساب تولیدی کالیفرنیا در کشاورزی مصرف می شود. از طرف دیگر، در شهر فونیکس آریزونا از سال ۱۹۹۳ طبق قرارداد بین شرکت آب این

جدول ۱- مقادیر معمول پارامترهای ارزش کودی لجن حاصل از تصفیه خانه های فاضلاب

پارامتر	اسیدیته (PH)	هدایت الکتریکی (Ec) mmoh/cm	کربن (%C)	ازت (%N)	پتاسیم (%K)	کلسیم (Ca%)	فسفر (P%)	سدیم (Na%)	مواد آلی (%OM)	کربن به ازت (C/N)
مقدار معمول	۶-۸٫۵	۲۰	۸-۵۰	۰٫۱-۳٫۵	۰٫۱-۲٫۸	۸-۵۰	۰٫۳-۳٫۵	۰٫۲-۰٫۵	۸-۵۰	۲۰

بررسی کیفیت بیولوژیکی لجن فاضلاب

بطور کلی می توان گفت مطابق قوانین EPA آمریکا، لجن کلاس A، به لجنی اطلاق می شود که دارای دانسیته کلیفرم گوارشی کمتر از ۱۰۰۰ MPN بر گرم ماده خشک لجن باشد. و لجن کلاس B نیز

لجنی است که دارای دانسیته کلیفرم گوارشی کمتر از ۲۰۰۰۰۰۰ MPN می باشد. غلظت مجاز پاتوژن های مهم در لجن برای این دو کلاس در جدول ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۲- حداکثر غلظت مجاز پاتوژن ها در جامدات بیولوژیکی

نوع لجن	نوع پاتوژن	غلظت مجاز
جامدات بیولوژیکی کلاس A	سالمونلا اس پی SALMONELLA SP	کمتر از ۳ (MPN) در هر ۴ Gt کل جامدات
	ویروس های رودهای ENTERIC VIUSES	کمتر از ۱ (MPN) در هر ۴ Gt کل جامدات
	کرم های رودهای VIABLE HELMINTH OVA	کمتر از ۱ (MPN) در هر ۴ Gt کل جامدات
جامدات بیولوژیکی کلاس B	کلیفرم های گوارشی FECAL COLIFORMS	کمتر از ۲ میلیون CFU در هر گرم کل جامدات

رتبه بندی آب آبیاری توسط شاخص ویلکاکس (Wilcox)

در روش ویلکاکس، آب ها از نظر شوری با نمایه EC در چهار گروه و از نظر زیان حاصله از سدیم با

نمایه SAR نیز در چهار گروه قرار می گیرند. نسبت جذبی سدیم (SAR) آب آبیاری می تواند به عنوان نمایه ای برای تعیین خطرات ناشی از سدیمی شدن خاک مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۳- استاندارد رتبه بندی آب بر اساس شاخص ویلکاکس

مقدار SAR	کلاس	درجه	مقدار جذبی سدیم
SAR < 10	S ₁	خوب	کم
10 < SAR < 20	S ₂	قابل قبول	متوسط
20 < SAR < 28	S ₃	نامناسب	زیاد
SAR > 28	S ₄	غیر قابل استفاده	بسیار زیاد
مقدار EC میکروموس/سانتی متر	کلاس	درجه	مقدار شوری
EC < 250	C ₁	عالی	شوری کم
250 < EC < 750	C ₂	مناسب	شوری متوسط
750 < EC < 2250	C ₃	قابل قبول	شوری زیاد
EC > 2250	C ₄	نامناسب	بسیار شور

رهنمود آیزر و وستکات می باشد که در جدول ۴ خلاصه شده است.

رتبه بندی آب آبیاری توسط رهنمود آیزر و وستکات

یکی از مهم ترین رهنمودهای رایج در ارتباط با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب های آبیاری،

جدول ۴- استانداردهای آب آبیاری توسط رهنمود آیزر و وستکات

درجه پیامد بد آبیاری				اجزای تشکیل دهنده آب آبیاری
بالا	کم تا متوسط	هیچ	واحد	
				شوری (اثر بر روی آب قابل استفاده برای گیاه)
>۳	۰,۷-۳	<۱۰	میکروموس بر سانتی متر	هدایت الکتریکی (EC_w)
>۲۰۰۰	۴۵۰-۲۰۰۰	<۴۵۰	میلی گرم بر لیتر	کل مواد جامد محلول (TDS)
				نفوذ پذیری (اثر بر روی سرعت نفوذ آب در خاک)
هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی متر) EC_w				نسبت جذبی سدیم SAR (میلی اکی والان بر لیتر)
<۲۰۰	۲۰۰-۷۰۰	$EC_w > 700$		0-3
<۳۰۰	۳۰۰-۱۲۰۰	>1200		3-6
<۵۰۰	۵۰۰-۱۹۰۰	>1900		6-12
<۱۳۰۰	۱۳۰۰-۲۹۰۰	>2900		12-20
<۲۹۰۰	۲۹۰۰-۵۰۰۰	>5000		20-40
				مسمومیت یون های ویژه ویژه (اثر روی گیاهان حساس)
				سدیم (Na)
>۹	۳-۹	<۳	نسبت جذبی سدیم SAR	آبیاری سطحی
	>۹	<۹	میلی اکی والان بر لیتر	آبیاری بارانی
				کلرید (Cl)
>۱۰	۴-۱۰	<۴	میلی اکی والان بر لیتر	آبیاری سطحی
	>۳	<۳	میلی اکی والان بر لیتر	آبیاری بارانی
				بی کربنات (HCO_3)
>۸,۵	۱,۵-۸,۵	<۱,۵	میلی اکی والان بر لیتر	منحصراً برای آبیاری بارانی
دامنه نرمال بین ۶,۵-۸,۵				اسیدیته PH-حدود نرمال

سطحی، طبق طبقه بندی آیزر و وستکات می باشد. باتوجه به نتایج جدول کیفیت پساب را برای پارامترهای EC، SAR، TDS، CL و PH در محدوده زیاد و بالا ۱۳۹۳ نشان می دهد.

نتایج و بحث

بررسی کیفی پساب فاضلاب شهر اهواز برای

استفاده در آبیاری سطحی

جدول (۵) نتایج حاصل از بررسی کیفی پساب تصفیه خانه چنیبه اهواز را برای استفاده در آبیاری

جدول ۵- نتایج حاصل از بررسی کیفی پساب تصفیه خانه چنیبیه اهواز برای استفاده در آبیاری سطحی
براساس طبقه بندی آیزر و وستکات

پارامتر	واحد	نتیجه آزمون	درجه پیامد بد آبیاری
EC	μ mhos/cm	۴۲۱۰	زیاد
TDS	Mg/lit	۳۰۱۱	زیاد
SAR	Meq/lit	۴/۹	کم تا متوسط
Cl	Meq/lit	۱۴/۷	بالا
PH	-----	۷/۵	نرمال

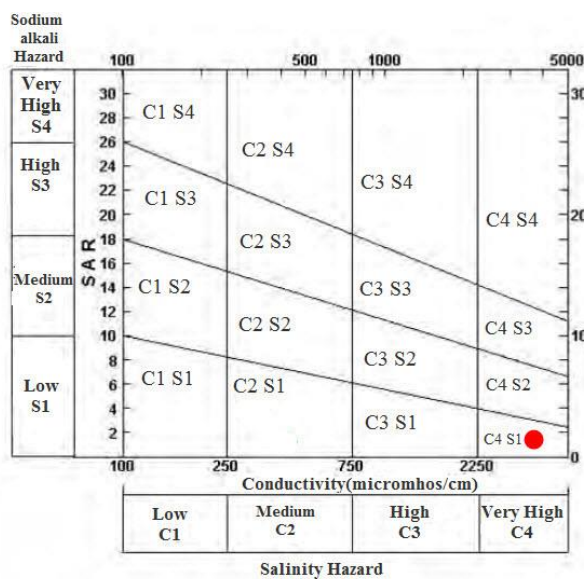
بررسی کیفی پساب فاضلاب شهر اهواز براساس استاندارد ویلکاکس

براساس استاندارد ویلکاکس در کلاس C4S1 قرار گرفت، که بیانگر وضعیت بد از نظر شوری و خطر سدیمی بودن جهت مصارف آبیاری می باشد که برای این منظور باید تمهیداتی قبل از استفاده بر روی آب و خاک منطقه مورد در نظر گرفت.

جدول (۶) نتایج حاصل از بررسی کیفی پساب تصفیه خانه چنیبیه اهواز براساس استاندارد ویلکاکس را نشان می دهد. طبق جدول (۶) و شکل (۱) پساب

جدول ۶- رتبه بندی آب آبیاری براساس استاندارد ویلکاکس

پارامتر	واحد	مقدار	کلاس
EC	μ mhos/cm	۴۲۱۰	C ₄
وضعیت		شوری زیاد	
SAR	Meq/lit	4.9	S ₁
مقدار شوری		مقدار جذب سدیم کم	
وضعیت		C ₄ S ₁	



شکل ۱- کلاس بندی پساب تصفیه خانه چنیبیه اهواز براساس دیاگرام ویلکاکس

شرایط استفاده از لجن در زمین بر اساس
استاندارد EPA آمریکا

شماره (۷) مشاهده می گردد. نتایج بیانگر تناسب غلظت عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاه از قبیل ازت، فسفر و پتاسیم می باشد. همچنین کود مذکور دارای مقادیر مناسبی از مواد آلی ۱۳/۷۲ درصد و نسبت کربن به ازت معقول (۷۵/۹) می باشد.

به منظور بررسی تأثیر استفاده از کود لجن تصفیه خانه فاضلاب، نمونه برداشت شده در آزمایشگاه مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفته که نتایج آن در جدول

جدول ۷- مقادیر معمول پارامترهای ارزش کودی لجن حاصل از تصفیه خانه های فاضلاب
(Bina, et al., 2005)

پارامتر	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (Ec) mmoh/cm	کربن (%C)	ازت (%N)	پتاسیم (%K)	کلسیم (Ca%)	فسفر (P%)	سدیم (Na%)	مواد آلی (%OM)	کربن به ازت (C/N)
مقدار معمول	۶-۸,۵	۲۰	۸-۵۰	۰,۱-۳,۵	۰,۱-۲,۸	۸-۵۰	۰,۳-۳,۵	۰,۲-۰,۵	۸-۵۰	۲۰
مقدار اندازه گیری شده	۶,۵	۱۴,۸	۱۶	۰,۸۱	۰,۱۴۳	۱۲,۸	۱,۰۸	۰,۱۳	۱۳,۷۲	۹,۷۵

مهمترین عامل محدود کننده کاربرد این لجن ها در فضای سبز از نظر میکروارگانیسم های بیماریزا می باشد در این راستا نمونه های برداشت شده در آزمایشگاه از نظر میکروارگانیسم های بیماریزا از قبیل کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و تخم انگل مورد آنالیز قرار گرفت که نتایج آن در جدول شماره (۸) نشان داده شده است.

از آنجائیکه هدف از تحقیق جاری امکان استفاده از کود لجن تصفیه خانه فاضلاب در سطح فضای سبز می باشد و در این خصوص بحث سلامت شهروندی از مهمترین مباحث می باشد از سوئی وجود هر نوع آلاینده در آب و خاک فضای سبز سبب گسترش آن در هوا و آب زیرزمینی و رودخانه کارن می گردد که اثرات آن بر سلامت شهروندان نمود پیدا می کند لذا

جدول ۸- نتایج آنالیز میکروبی لجن تصفیه خانه شهر اهواز

ردیف	شرح	واحد	مقدار
۱	تعداد کلیفرم کل	Mpn/1 gr	125*10 ⁴
۲	تعداد کلیفرم مدفوعی	Mpn/1 gr	5*10 ⁴
۳	تعداد تخم انگل	۴ گرم ماده خشک	4000

نتیجه گیری

بیشترین میزان نسبت جذب سدیم (SAR) آب رودخانه کارون در ایستگاه پل هفتم و پل پنجم به ترتیب ۵,۹ و ۶,۱ میلی اکی والان بر لیتر می باشد. که باتوجه به رهنمود آیرز و وستکات گویای این مطلب است که آب رودخانه کارون در ایستگاه پل هفتم و پل پنجم در هر چهار فصل سال دارای محدودیت کم تا متوسط می باشد.

میزان هدایت الکتریکی (EC) آب رودخانه کارون در ایستگاه پل هفتم و پل پنجم به ترتیب با شوری ۲۵۰۰ و ۳۱۰۰ میکروموس بر سانتی متر می باشد. باتوجه به رهنمود آیرز و وستکات آب رودخانه کارون در ایستگاه پل هفتم و پل پنجم در هر چهار فصل سال دارای محدودیت کم تا متوسط می باشد.

PH و CL, TDS طبق طبقه‌بندی آیرز و وستکات در محدوده کم و متوسط برای همه فصل‌ها در سال ۱۳۹۳ قرار دارد.

مقایسه نتایج بدست آمده از کیفیت بیولوژیکی آب کارون نشان می‌دهد که میزان میکروارگانیسم‌ها از نظر استانداردهای جهانی آب خام در زمینه آلودگی طبق استاندارد جهانی WHO از حد استاندارد بالاتر می‌باشد و هم‌چنین نمونه آزمایشگاهی نشان داد که آب خام کارون دارای پاتوژن‌های بیماری‌زای مضر نظیر سالمونلا، شیاردیا، اشرشیا و شیگلا می‌باشد.

براساس شاخص ویلکاکس کیفیت آب طی فصول سال تقریباً ثابت و در رده‌های C3S1 و C4S1 قرار می‌گیرد و از لحاظ نسبت جذبی سدیم (SAR) در محدوده کم خطر قرار دارد، اما از لحاظ شوری (EC) در محدوده آب‌های با شوری زیاد و با شوری بسیار زیاد طبقه‌بندی می‌شود.

نتایج حاصل از بررسی کیفی آب رودخانه کارون برای استفاده در آبیاری سطحی، نشان می‌دهد که کیفیت آب کارون در هر دو ایستگاه رودخانه کارون در فصل‌های مختلف برای پارامترهای SAR، EC،

منابع

۱. علیزاده، ا. ۱۳۸۵. آبیاری جدید. دانشگاه امام رضا. مشهد.
۲. علیزاده، ا. ۱۳۸۸. رابطه آب و خاک و گیاه. دانشگاه امام رضا، مشهد، چاپ نهم، ص ۳
۳. دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی. ۱۳۸۸. نشریه شماره ۵۲۲، ص ۲۲-۳.
۴. جعفرزاده حقیقی، ن. ا. توسلی، م. باروتکوب، ع. ۱۳۸۱. بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه کارون. تحقیقات منابع آب ایران، سال یکم، شماره ۲، ص ۳۶-۸۵.
۵. حاجیان نژاد، م. رهسپار، ا. ر. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر رواناب‌ها و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بر پارامترهای کیفی آب رودخانه زاینده رود. مجله تحقیقات نظام سلامت، سال ششم، ص ۸۲۳-۸۲۳.
۶. صباحی، ح. فیضی، م. ویسی، ه. اسیالن، ک. س. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه سیکان. مجله علوم محیطی، سال هفتم، شماره چهارم، ۱۳۸۳، ص ۳
۷. ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آبهای برگشتیو پساب‌ها. ۱۳۸۳. نشریه شماره ۵۳۵، ص ۱-۵۵.
۸. فرید گیگلو، ب. نجفی نژاد، ع. مغانی بیله سوار، و. غیائی، ا. ۱۳۳۱. بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان. مجله پژوهش‌ها س حفاظت آب و خاک، جلد بیستم، شماره اول، ۱۳۳۲.
- 9-Chapra, S.C. 2002. Numerical methods for engineering. Mcgraw-hill, newyork.
- 10-Mackenzie, L.D and D.A., Cornwell. 1985. Introduction to Environmental engineering, PWS publisher, boston, Massachusetts, pages 200-204.
- 11-Mostafazadeh, B. and A.H., Moayyedi Nia. 2000. The effect of different chemical components of irrigation water on emitter clogging in trickle irrigation. J. Iran. Agric.
- 12-Nakayama, F.S. and D.A., Backs. 1991. Water Quality in Drip/Trickle Irrigation: a Review. Irrig. Sci., V.12(4):187-192.
- 13-Ayers, R. S. and D.W., Wescot. 1985. Water quality for agriculture. 2nd Ed. FAO, Irri. And Dra. Paper No. 29.
- 14-Bottino, F., I. C., Ferraz, E., M. Mendiondo and M. C., Calijuri. 2010. Calibration of QUAL2K model in Brazilian micro watershed: effects of the land use on water quality. Acta Limnologica Brasiliensia, 22(4):474-485.

- 15-Camargo, R. A., M. L., Calijuri, A. F., Santiago, E. A., Couto and M. D. F. M Silva,. 2010. Water qual prediction using the QUAL2KW model in a small karstic watershed in Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, 22(4): 486- 498.
- 16-Chihhao F., H.K., Chun and SH.W., Wei.(2009).journal of Envairomental Management 90.1824-1832. EPA,(2004), Stream Water Quality Model(Qual2k), [online],. <http://www.Epa.gov/wwqtsc/index.html>
- 17- FAO, Water quality for agriculture. 1994. Irrigation and drainage paper, no: 29, 156p.