

## مدلسازی کیفیت آب رودخانه با استفاده از مدل QUAL2Kw

### موسی اکبری نیاری\*

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی  
Akbari6381\_m@yahoo.com

### جواد رمضانی مقدم

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی  
J\_ramezani@uma.ac.ir

### جوانشیر عزیزی مبصر

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی  
Javanshir22@yahoo.com

### محمد رضا نیک پور

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی  
Nikpoor.reza@gmail.com

### چکیده

رودخانه‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین و انتقال آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شهری محسوب می‌شود. حفظ کیفیت منابع آب به منظور تامین آب آشامیدنی، ارتقای کاربری‌های تفریحی و ایجاد یک اکوسیستم مناسب برای ماهیان ضروری می‌باشد. بنابراین، آگاهی از روند تغییرات آب رودخانه‌ها همراه با شناسایی عوامل اصلی آلودگی آن از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. اولین گام در راستای حفاظت از رودخانه، آگاهی همه جانبه از تغییرات کیفی آن می‌باشد. برای این منظور، در این تحقیق از مدل QUAL2Kw برای شبیه‌سازی کیفی رودخانه بالیخلی چای اردبیل استفاده شد. به منظور اجرای مدل، اطلاعات مورد نیاز از اداره کل محیط زیست استان اردبیل طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ تهیه شد. داده‌ها به دو بخش تقسیم شدند، بخش اول (آذر ۱۳۹۶) برای واسنجی مدل و بخش دوم (خرداد ۱۳۹۷) به منظور صحت‌سنجی مدل استفاده شد. نتایج نشان داد مقادیر محاسباتی از تطابق خوبی با مقادیر مشاهداتی برخوردار است و درصد خطای نسبی برای پارامترهای نیترات و PH کمتر از ۱۳ درصد به دست آمد.

کلمات کلیدی: رودخانه بالیخلی چای، مدل QUAL2Kw، خصوصیات کیفی آب

## ۱. مقدمه

آلودگی آب در دهه‌های اخیر تهدیدی جدی برای انسان و اکوسیستم‌های طبیعی تلقی می‌شود، به طوری که بررسی تغییرات کیفیت آب یکی از موضوعات مهم جهت استفاده بهینه از آن است. رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین و انتقال آب مصرفی بخش‌های صنعت، کشاورزی و مصارف شهری از اهمیت خاصی برخوردارند. حفظ کیفیت منابع آب به منظور تامین آب آشامیدنی، ارتقای فعالیت‌ها و کاربری‌های تفریحی و ایجاد یک اکوسیستم مناسب برای ماهیان و حیات وحش، مستلزم کیفیت بالای آب رودخانه می‌باشد. به این دلیل، آگاهی از روند تغییرات آب رودخانه‌ها همراه با شناسایی عوامل اصلی آلودگی آن از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد [۱]. تخلیه پساب‌ها به منابع پذیرنده در گوشه و کنار دنیا فجایع زیست محیطی گوناگونی را به وجود آورده است. برای ارزیابی اثرات تخلیه پساب بر روی منبع پذیرنده، لازم است مطالعات خودپالایی انجام شود. برای تعیین خودپالایی، نیاز به یک سری ابزارها مانند مدل‌های کیفی می‌باشد، تا بتوان در شرایط مختلف، کیفیت آب را پیش بینی کرد. از سال ۱۹۲۵، پس از ارایه معادله استریتر و فلیس<sup>۱</sup> برای پیش‌بینی غلظت اکسیژن محلول در رودخانه-ها، تاکنون مدل‌های شبیه‌سازی متعددی برای شبیه‌سازی کیفی رودخانه‌ها، خلیج‌ها و آب‌های زیرزمینی توسعه یافته است. از جمله این مدل‌ها می‌توان به QUAL2Kw، QUAL2E، WASP و QUAL-W2-CE اشاره کرد [۲]. شکر و همکاران (۱۳۹۴) به شبیه‌سازی کیفی آمونیوم و نترات در طول رودخانه گرگر با استفاده از مدل QUAL2Kw پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که مدل تطابق خوبی با واقعیت دارد و اهم منابع آلوده‌کننده رودخانه گرگر، فاضلاب‌های روستاهای مسیر، پساب‌ها و فاضلاب‌های ماهی‌سراها و حوضچه‌های پرورش ماهی و زهکش‌های کشاورزی می‌باشند [۱]. خدام محمدی و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی توان خودپالایی و نقش اکسیژن محلول در کیفیت آب رودخانه کر پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که کم شدن اثر پساب خروجی از تصفیه‌خانه و مجتمع پتروشیمی از علت‌های افزایش اکسیژن محلول می‌باشد. همچنین تحقیقات آنها نشان داد که وجود پل‌ها و تاسیسات آب‌بند می‌تواند باعث افزایش تلاطم و افزایش هوادهی و قدرت خودپالایی رودخانه کر و در نتیجه افزایش میزان اکسیژن محلول در آن شود [۳]. متیو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی کیفیت آب رودخانه گل‌آلود رودخانه بستونبا با استفاده از مدل QUAL2K پرداختند. تجزیه و تحلیل آب این رودخانه با استفاده از این مدل نشان داد که کیفیت آب رودخانه تحت تاثیر بارش و نقطه ورودی فاضلاب قرار می‌گیرد [۴]. هادگو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی به مدل‌سازی پخش آلاینده‌ها در رودخانه داراگای کنیا با استفاده از مدل QUAL2K پرداختند. مدل برای دبی، دما، سرعت جریان، BOD<sub>5</sub>، اکسیژن محلول و نترات با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و صحرایی صحت‌سنجی و اعتبارسنجی شد و سپس برای شبیه‌سازی قسمتی از رودخانه داراگا استفاده گردید و مشاهده شد که نتایج شبیه‌سازی شده با مدل به غیر از موارد جزئی، تطابق خوبی با داده‌های صحرایی دارد [۵]. پژوهشی توسط راشد و ال سید<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) به منظور بررسی و اندازه‌گیری کیفیت آب چند زهکش، با استفاده از مدل QUAL2K انجام شد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که مدل QUAL2K یک ابزار کارآمد برای اندازه‌گیری‌های نسبی برنامه بهبود توان کیفیت آب رودخانه به ویژه برای کیفیت پارامترهای موثر در آب مورد استفاده در کشاورزی است [۶]. کالبورگی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با استفاده از مدل QUAL2K مدلی را برای ارزیابی پارامترهای BOD و اکسیژن محلول در رودخانه قاتا پرابهای هند توسعه دادند. نتایج مدل آنها نشان داد که مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل به مقادیر اندازه‌گیری شده نزدیک می‌باشد. بنابراین می‌توان با اطمینان نسبتاً بالا از مدل QUAL2K جهت شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه استفاده کرد [۷]. ادریس<sup>۶</sup> و

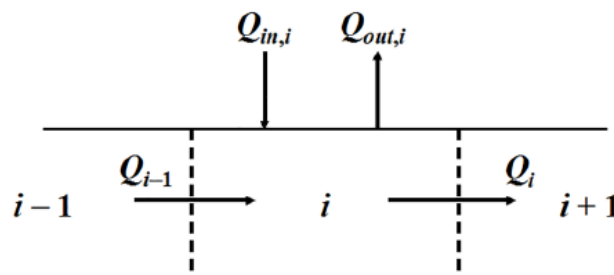
1. Streeter-Phelps
2. Mathew et al.
3. Hadgu et al.
4. Rashed and El-Sayed
5. Kalburgi et al.
6. Idris et al.

همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی با استفاده از نرم افزار QUAL2K به ارزیابی کیفیت آب رودخانه یامانای هند پرداختند. آنها در این تحقیق، پارامترهای کیفی آب رودخانه یامانا مانند دما، اکسیژن محلول، BOD5، PH و سایر پارامترهای حساس را با استفاده از نرم افزار QUAL2K پیش بینی کردند [۸].

در این تحقیق به دلیل اهمیت رودخانه بالیخلی چای به خاطر تامین بخشی از آب شرب و کشاورزی اردبیل، از مدل ریاضی QUAL2Kw برای شبیه سازی پارامترهای کیفی آب رودخانه بالیخلی چای استفاده شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق از مدل QUAL2Kw (Q2K) برای شبیه سازی پارامترهای کیفی آب رودخانه بالیخلی چای استفاده شد. مدل Q2K اکنون به طور گسترده‌ای جهت شبیه سازی کیفیت آب رودخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای مدل‌سازی لازم است مسیر رودخانه به تعدادی بازه تقسیم شود که این تقسیم بندی می‌تواند در مقاطعی که تغییر ناگهانی در میزان دبی رودخانه یا کیفیت آن صورت می‌گیرد، انجام شود. بر مبنای این تقسیم بندی پارامترهای مورد نظر در فرمول‌های کیفی در هر بازه محاسبه و در طول آن ثابت در نظر گرفته می‌شود. مدل Q2K نیز یک رودخانه را به صورت یک سری از بازه‌ها نمایش می‌دهد. بازه‌ها قطعاتی از رودخانه هستند که مشخصات هیدرولیکی ثابتی دارند (مانند: شیب کف، زبری مانینگ و ...). ورودی‌ها و خروجی‌های نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای در هر جایی از طول مسیر رودخانه می‌توانند قرار بگیرند. هم چنین مدل می‌تواند هر بازه‌ای را به تعداد دلخواهی عنصر با حجم کنترل تقسیم بندی کند، که عناصر مربوط به هر بازه دارای طول یکسانی هستند و طول عناصر از بازه‌ای به بازه دیگر می‌تواند متفاوت باشد. برای هر عنصر محاسباتی موازنه جریان در حالت پایدار و ماندگار (روابط ۱، ۲ و ۳) انجام می‌شود. شکل ۱ موازنه جریان برای هر عنصر را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موازنه جریان برای هر عنصر

$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{out,i} \quad (1)$$

$$Q_{in,i} = \sum_{j=1}^{psi} Q_{ps,i,j} + \sum_{j=1}^{npsi} Q_{nps,i,j} \quad (2)$$

$$Q_{out,i} = \sum_{j=1}^{pai} Q_{pa,i,j} + \sum_{j=1}^{npai} Q_{npa,i,j} \quad (3)$$

$Q_{in,i}$ : کل جریان ورودی از منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای به عنصر  $i$  ( $m^3$ )،  $Q_{out,i}$ : کل جریان خروجی از منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای از عنصر  $i$  ( $m^3$ )،  $Q_i$ : میزان جریان خروجی از عنصر  $i$  به عنصر  $i+1$  ( $m^3$ )،  $Q_{i-1}$ : میزان جریان خروجی از عنصر  $i-1$  به عنصر  $i$  ( $m^3$ )،  $Q_{ps,i,j}$ : کل جریان ورودی از منابع نقطه‌ای به عنصر  $i$  ( $m^3$ )،  $Q_{nps,i,j}$ : کل جریان ورودی از منابع غیر نقطه‌ای به عنصر  $i$  ( $m^3$ )،  $Q_{pa,i,j}$ : کل جریان خروجی از منابع نقطه‌ای از عنصر  $i$  ( $m^3$ )،  $Q_{npa,i,j}$ : کل جریان خروجی از منابع غیر نقطه‌ای از عنصر  $i$  ( $m^3$ ). [۳].

برای محاسبه دبی خروجی از هر عنصر از معادله مانینگ استفاده شد که ضریب زبری معادله مانینگ برای هر بازه با اندازه گیری صحرایی بدست آمد. برای استفاده از مدل Q2K جهت شبیه‌سازی رودخانه‌ها باید یک سری اطلاعات ورودی به مدل داده شوند. این داده‌ها به طور کلی داده‌های هندسی رودخانه، داده‌های هیدرولیکی، داده‌های هواشناسی، داده‌های کیفی آب رودخانه، ضرایب سینتیکی مورد استفاده در معادلات مدل و داده‌های کمی و کیفی منابع ورودی به رودخانه می‌باشند. به این منظور اطلاعات کیفی در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۷ در ایستگاه پل سقزچی رودخانه بالیخلی چای، به‌عنوان شرایط مرزی بالادست انتخاب شد. با توجه به ایستگاه‌های کیفیت سنجی و آلاینده‌های واقع در مسیر جریان پارامترهای نیترات و PH برای شبیه سازی انتخاب شدند. برای ارزیابی دقت هر یک از پارامترهای شبیه سازی شده، از درصد خطای نسبی (رابطه ۴) استفاده شد. همچنین دو ایستگاه اندازه‌گیری کیفیت آب پل سقزچی و پل جوراب چای در رودخانه بالیخلی چای (که ماهانه توسط اداره کل حفاظت محیط زیست استان اردبیل پایش می‌شوند) انتخاب شدند.

عدد شبیه سازی شده پارامتر - عدد اندازه گیری شده پارامتر |

$$(4) \quad \text{درصد خطای نسبی} = \frac{\text{عدد اندازه گیری شده پارامتر}}{\text{عدد اندازه گیری شده پارامتر}} \times 100$$

عدد اندازه گیری شده پارامتر

به منظور اجرای مدل داده‌های موجود به دو دسته تقسیم گردیدند، که از دسته اول ( آذر ۱۳۹۶) در واسنجی مدل و از دسته دوم ( خرداد ۱۳۹۷) به منظور صحت سنجی مدل استفاده گردید و در هر دو مرحله واسنجی و صحت سنجی برای هر پارامتر، از یک عدد اندازه گیری شده برای مقایسه با عدد شبیه‌سازی شده استفاده شد. نتایج حاصل از خروجی مدل در ماه‌های مختلف توسط نرم افزار Excel ترسیم شد که در شکل‌های ۲ تا ۵ نشان داده شده است. کالیبراسیون مدل با توجه به داده‌های موجود و داده‌های شبیه‌سازی شده به صورت سیستماتیک انجام پذیرفت. با توجه به این که در شبیه‌سازی نیترات دو فرآیند دنیتریفیکاسیون و دما موثر هستند؛ لذا در شبیه‌سازی مطابق جدول (۱)، ضرایب دنیتریفیکاسیون و دما توسط مدل واسنجی شدند. به منظور برآورد دقت مدل، درصد خطای نسبی محاسبه شد که نتایج حاصل از آن در جداول (۲) و (۳) نشان داده شده است. در هر دو مرحله واسنجی و صحت سنجی، درصد خطای نسبی بین داده‌های اندازه گیری شده و نتایج شبیه‌سازی شده در هر دو پارامتر نیترات و PH کمتر از ۱۳ درصد به‌دست آمد.

جدول ۱: نتایج واسنجی مدل

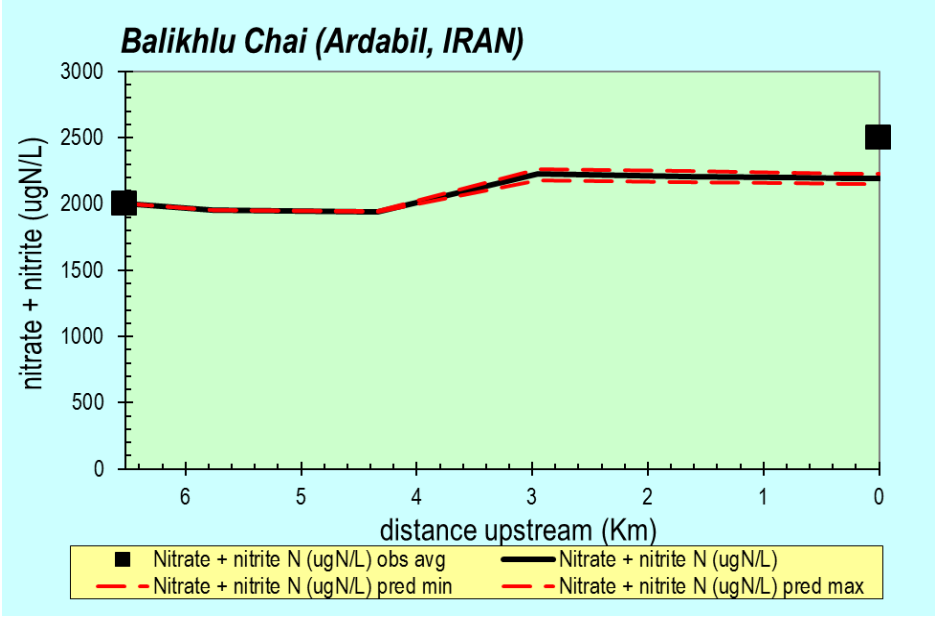
پارامتر	مقدار	نماد	کمترین مقدار	بیشترین مقدار
نیترات	دنیتریفیکاسیون	$K_{dn}$	۰	۲
	اصلاح دما	$\Theta_{dn}$	۱	۱/۰۷

جدول ۲: بررسی میزان دقت مدل در مرحله واسنجی

پارامتر	نیترات	PH
درصد خطای نسبی	۱۲%/۲۶	۱۰%/۷۴

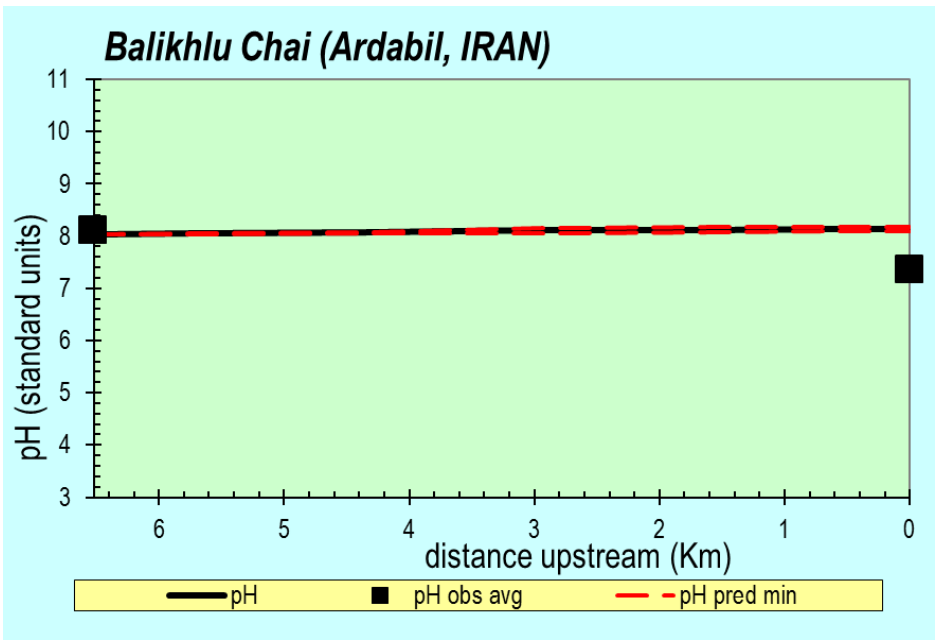
جدول ۳: بررسی میزان دقت مدل در مرحله صحت سنجی

پارامتر	نیترات	PH
درصد خطای نسبی	۱۲%/۵۶	۱۰%/۶۶



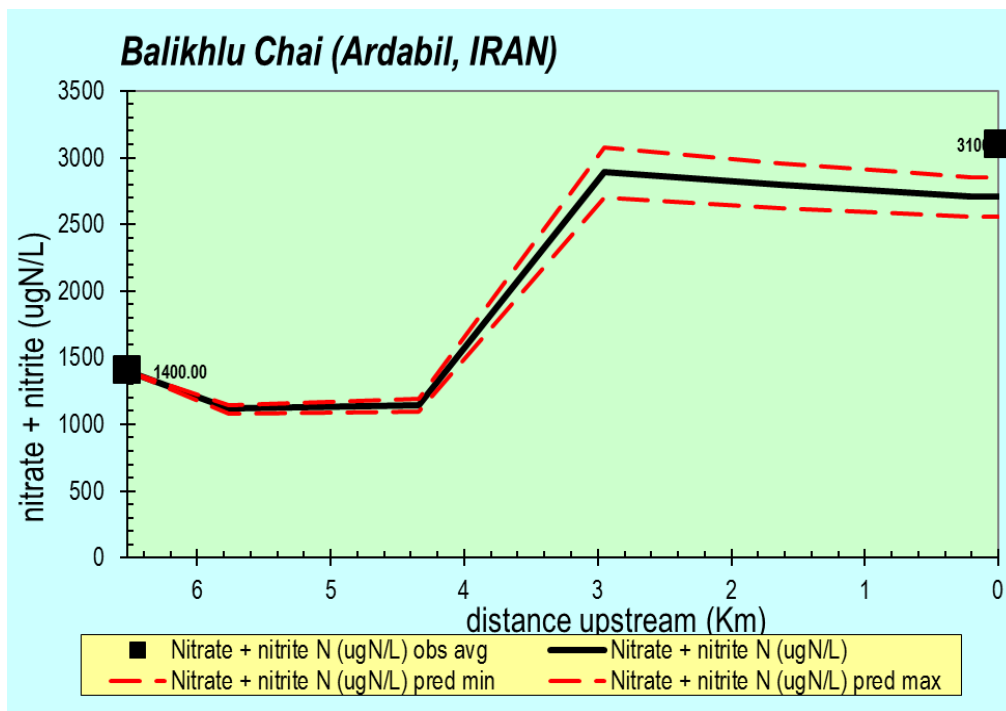
شکل ۲: نمودار تغییرات نیترات آب در طول رودخانه بالیخلی چای در مرحله واسنجی

شکل (۲)، تغییرات نیترات در طول رودخانه بالیخلی چای در مرحله واسنجی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود در نقطه ۲/۵۶ کیلومتری از پائین دست رودخانه، آب رودخانه نیرچای به رودخانه بالیخلی چای اضافه می‌گردد (P.S.). مقدار نیترات در نقطه ۶/۵۲ کیلومتر از پائین دست رودخانه برابر با ۲۰۰۰ mg/l می‌باشد که در نقطه صفر، مقدار نیترات ۲۱۹۳/۳۴ mg/l توسط مدل شبیه‌سازی شده است این در حالی است که در نقطه صفر مقدار اندازه‌گیری شده نیترات، ۲۵۰۰ mg/l می‌باشد که با استفاده از رابطه (۴) درصد خطای نسبی نیترات، ۱۲/۲۶ درصد بدست آمد که این نتایج، با نتایج مطالعات شگری و همکاران (۱۳۹۴) در شبیه‌سازی کیفی نیترات در طول رودخانه گرگر در مرحله واسنجی با استفاده از مدل QUAL2Kw هم‌خوانی دارد (  $R^2= ۰/۹۶۸$  و  $MAE= ۰/۰۵۲$  ) [۱].



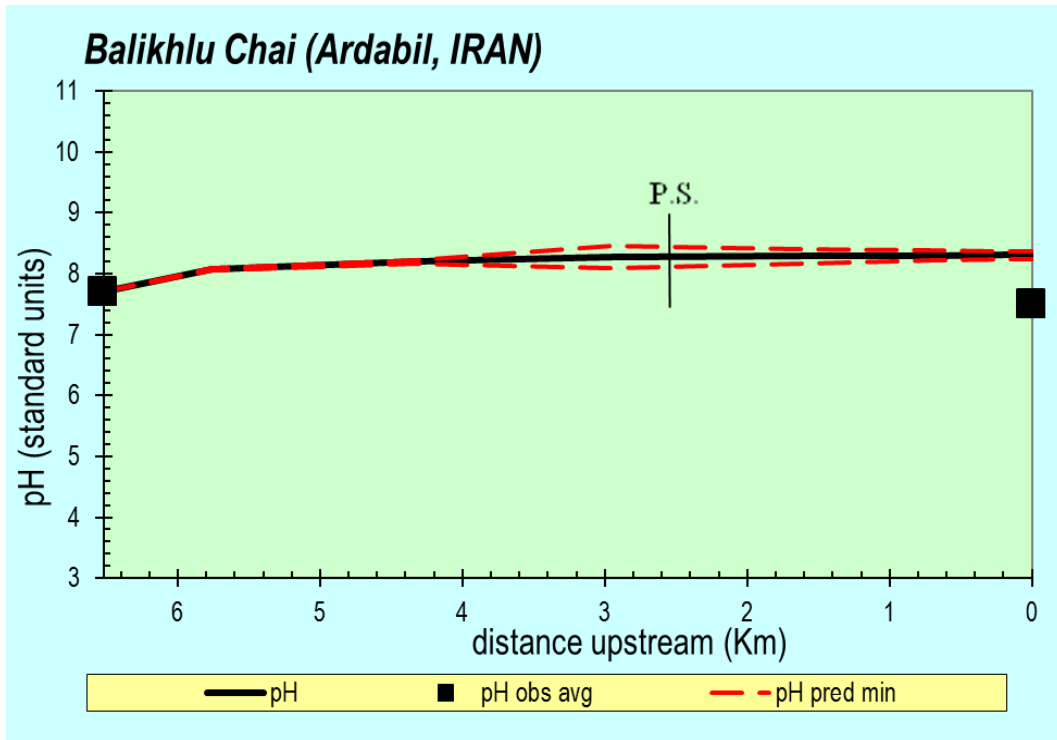
شکل ۳: نمودار تغییرات PH آب در طول رودخانه بالیخلی چای در مرحله واسنجی

شکل (۳)، تغییرات PH در طول رودخانه بالیخلی چای در مرحله واسنجی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود مقدار PH در نقطه ۶/۵۲ کیلومتر از پایین دست رودخانه بالیخلی چای، ۸/۱ می‌باشد که این مقدار در نقطه صفر ۸/۱۴ توسط مدل شبیه‌سازی شده است. این در حالی است که در نقطه صفر مقدار اندازه‌گیری شده PH، ۷/۳۵ می‌باشد که مقدار درصد خطای نسبی آن برابر ۱۰/۷۴ درصد بدست می‌آید که این نتایج، با نتایج مطالعات نوشادی و همکاران (۱۳۸۹) در شبیه‌سازی کیفی PH در طول رودخانه کر در مرحله واسنجی با استفاده از مدل QUAL2Kw هم‌خوانی دارد (  $MAE= ۰/۸۵۱$  و  $d=۰/۵۹۷$ ،  $RMSE= ۱۴/۱$  ) [۹].



شکل ۴: نمودار تغییرات نیترات آب در طول رودخانه بالیخلی چای در مرحله صحت‌سنجی

شکل (۴)، تغییرات نیترات در طول رودخانه بالیخلی چای را در مرحله صحت‌سنجی نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود مقدار نیترات در نقطه ۶/۵۲ کیلومتری از پائین دست رودخانه بالیخلی چای برابر ۱۴۰۰ mg/l می‌باشد، که این مقدار در نقطه صفر توسط مدل Q2K برابر ۲۷۰۷/۷۳ mg/l شبیه‌سازی شده است. این در حالی است که در نقطه صفر مقدار اندازه‌گیری شده نیترات، ۳۱۰۰ mg/l می‌باشد و درصد خطای نسبی تغییرات نیترات ۱۲/۵۶٪ می‌باشد، که این نتایج، با نتایج مطالعات شکری و همکاران (۱۳۹۴) در شبیه‌سازی کیفی نیترات در طول رودخانه گرگر در مرحله صحت‌سنجی با استفاده از مدل QUAL2Kw هم‌خوانی دارد (  $MAE= ۰/۱$  و  $R^2= ۰/۹۲$  ) [۱]. بنابراین می‌توان گفت که مدل QUAL2Kw می‌تواند شبیه‌سازی نیترات را در طول رودخانه با دقت نسبتاً بالایی نشان دهد.



شکل ۵: نمودار تغییرات PH آب در طول رودخانه بالیخلی چای در مرحله صحت سنجی

شکل (۵) تغییرات PH را در طول رودخانه بالیخلی چای در محدوده مطالعاتی این تحقیق نشان می‌دهد. همان‌طور که از شکل (۵) مشخص است مقدار PH در نقطه ۶/۵۲ کیلومتری از پایین دست رودخانه ۷/۷ می‌باشد که این مقدار در نقطه صفر توسط مدل، ۸/۳ شبیه سازی شده است. همچنین در نقطه صفر مقدار اندازه گیری شده PH، ۷/۵ می‌باشد که با استفاده از رابطه (۴)، درصد خطای نسبی PH، ۱۰/۶۶ درصد بدست می‌آید که این نتایج، با نتایج مطالعات نوشادی و همکاران (۱۳۸۹) در شبیه‌سازی کیفی PH در طول رودخانه کر در مرحله صحت سنجی با استفاده از مدل QUAL2Kw هم‌خوانی دارد (  $MAE=0/۸۵۲$  و  $d=0/۲۴$  ،  $RMSE=۱۲/۹۷$  ) [۹]. بنابراین باز هم می‌توان گفت که مدل QUAL2Kw می‌تواند شبیه سازی PH را در طول رودخانه با دقت بالایی نشان دهد.

### ۳. نتیجه‌گیری

پس از واسنجی مدل QUAL2Kw، صحت سنجی انجام گرفت. مطابق با جدول ۳ و شکل‌های ۴ و ۵ نتایج حاصل از صحت سنجی نشان می‌دهد که مدل تطابق خوبی با واقعیت دارد. بر اساس نتایج این تحقیق، مقدار نیترات در ابتدای بازه کم است اما در طول مسیر به علت افزایش دبی ناشی از ورود آب رودخانه نیر چای و همین‌طور ورود زهکش‌های غیر متمرکز کشاورزی به رودخانه بالیخلی چای، به میزان غلظت آن افزوده شده و به ۳۱۰۰ میکرو گرم در لیتر می‌رسد که با مقدار اندازه‌گیری شده نیترات (۲۷۰۷ میکرو گرم در لیتر) نیز تطابق نسبتاً خوبی نشان می‌دهد (شکل ۴). علت اختلاف کم بین نیترات شبیه‌سازی شده با نیترات اندازه‌گیری شده، عدم نظر گرفتن ورود زهکش‌های غیر متمرکز کشاورزی به رودخانه در مدل می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از شبیه‌سازی PH در خرداد ماه ۱۳۹۷ نشان داد مقدار PH در طول مسیر روند نسبتاً ثابتی داشته و در انتهای مسیر مقدار آن به ۸/۳ رسید که با مقادیر اندازه‌گیری شده PH دارای تطابق نسبتاً خوبی است (شکل ۵). علت اختلاف بین نتایج اندازه‌گیری شده و مدل QUAL2Kw، عدم اطلاع از تغییرات فشار گاز کربنیک در طول رودخانه است که در تعیین و تغییر PH موثر می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده و تطابق نسبتاً خوب مقادیر شبیه‌سازی شده با مقادیر اندازه-

گیری شده، می‌توان نتیجه گرفت که از مدل نرم‌افزاری QUAL2KW می‌توان در شبیه‌سازی پارامترهای کیفی آب رودخانه بالیخلی چای استفاده کرد و از نتایج آن جهت استفاده در تصمیمات مدیریتی استفاده نمود.

## مراجع

- [1] شگری س، هوشمند ع، معاضد ه، ۱۳۹۴. شبیه‌سازی کیفی آمونیوم و نیترات در طول رودخانه گرگر با استفاده از QUAL2KW. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب. ۶ (۲۳): ۵۷-۶۸.
- [2] طاهری سودجانی ه، براتی خ، شایان نژاد م، ۱۳۹۴. معرفی معادلات اساسی مدل QUAL2Kw و راهنمای کاربردی مدل. نشریه آب و توسعه پایدار. ۲ (۲): ۳۵-۴۲.
- [3] خدام محمدی م، بوستانی ف، ۱۳۹۵. ارزیابی توان خود پالایی و نقش اکسیژن محلول در کیفیت آب رودخانه کر ( مطالعه موردی: پائین دست سد درودزن تا دریاچه طشک-بختگان). مجله مهندسی منابع آب. ۹: ۱۰۲-۸۷.
- [4] Mathew M., Yao Y., Cao Y., Shodan Kh., Ghosh I., Bucci V., Leatao Ch., Njoka D., Wei I. and Hellweger L., 2011. Anatomy of an urban water body, A case study of bostons muddy river. Environmental Pollution 159. 1996-2002.
- [5] Hadgu L.T., Nyadawa M.O., Mwangi J.K., Kibetu P.M., Mehari B.B., 2014. Application of Water Quality Model QUAL2K to Model the Dispersion of Pollutants in River Ndarugu, Kenya. Computational Water, Energy, and Environmental Engineering, 3: 162-169.
- [6] Rashed A., El-Sayed EA. 2014. Simulating agricultural drainage water reuse using QUAL2K model: Case study of the Ismailia Canal Catchment area, Egypt. Journal of irrigation and drainage engineering. 140 (5):05014001.
- [7] Kalburgi P.B., Shareefa R.N., Deshannavar U.B., 2015. Development and Evaluation of BOD-DO Model for River Ghataprabha near Mudhol ( India ), using QUAL2K. I.J Engineering and Manufacturing, 1: 15-25.
- [8] Idris S., Abdu Y.A., Saini G., 2016. Assessment of Surface Water Quality Using Qual2k Software: A Case Study of River Yamuna, India. European Journal of Advances in Engineering and Technology, 3 (7): 16-23.
- [9] نوشادی م، حاتمی زاده م، ۱۳۸۹. اندازه‌گیری و شبیه‌سازی کیفی رودخانه کر با استفاده از مدل QUAL2K. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۴، شماره ۳، ص ۳۳۸-۳۴۹.



## Water quality modeling of river using Qual2kw model

**Mousa Akbari Niari**

MSc. Student of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources,  
University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran  
Akbari6381\_m@yahoo.com

**Javad Ramezani Moghadam**

Assistant professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources,  
University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran  
j\_ramezani@uma.ac.ir

**Javanshir Azizi Mobaser**

Assistant professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources,  
University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran  
Javanshir22@yahoo.com

**Mohammad Reza Nikpour**

Assistant professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources,  
University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran  
m\_nikpour@uma.ac.ir

### Abstract

Rivers are as one of the most important sources of supply and water conveyance in the agriculture, industrial and urban sections. The maintenance of water quality is essential in order to provide drinking water, promoting of recreational uses and creating a suitable ecosystem for the fish. Therefore, it is important to be aware of the process of water changes in the rivers with identification of the main causes of pollution. The first step in river protection process is the comprehensive awareness of its qualitative changes. In this research, QUAL2Kw model was used for qualitative simulation of Balikhli-Chai River in Ardabil. In order to implement the model, the information provided by Environmental Department of Ardabil province in 2017-2018 was prepared. The data were divided into two sections: the first part (October 2017) was used to calibrate the model and the second part (June 2018) was used to validate the model. The results showed that the computational values are well-matched with observational values and the relative error percentage for nitrate and PH was less than 13%.

**Keywords:** Balikhli-Chai River, Qual2kw, Water Quality Characteristics