

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران

کاربرد تکنیک حداقل مربعات در کمی‌سازی و محاسبه تغییرات شعاع انحنای مئاندرهای مجرای رودخانه‌ها (مورد: رودخانه زرينه‌رود)

^۱ منصور خیریزاده اروق، ^۲ محمدحسین رضائی مقدم، ^۳ معصومه رجبی
^۱ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه تبریز، m_kheirizadeh@yahoo.com
^۲ و ^۳ استاد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه تبریز، rezmogh@yahoo.com

مقدمه

رودخانه‌ها، صرف‌نظر از مقیاس یا مواد مرزی، تمایلی ذاتی جهت مئاندرشدگی دارند. با وجود این، تعریف یک مئاندر تا حدودی قراردادی باقی مانده است (Martin, 2005: 11). یکی از ساده‌ترین روش‌ها جهت پایش و ارزیابی مئاندرشدگی و مهاجرت جانبی متعاقب مجرا، تمرکز به کناره خارجی خم‌های مئاندرها می‌باشد (Martin, 2005: 12). اما، بهینه‌سازی^{۱۸} روش تعیین ویژگی‌های مئاندر همچنان توأم با چالش‌ها و مسائلی می‌باشد. در واقع، خم‌های مئاندر به ندرت کاملاً گرد با خطوط کناره صاف بوده و اغلب دارای شکلی تصادفی همراه با خطوط کناره نامنظم می‌باشند. این امر می‌تواند منجر به خطاهای تصادفی اندازه‌گیری برای حاشیه یکسان مهاجرت خم در طی دوره زمانی مطالعاتی شود (Heo et al., 2009: 155-165). براساس این واقعیت، در این تحقیق برای تعیین مرکز ثقل و شعاع خم، به عنوان مهمترین ویژگی‌های مورفومتریکی مئاندرها، برآورد حداقل مربعات به عنوان راه‌حلی جهت جلوگیری و یا حداقل، محدود کردن خطاهای تصادفی اندازه‌گیری بکارگرفته می‌شود.

روش‌شناسی

در پژوهش حاضر، تکنیک حداقل مربعات جهت محاسبه مرکز ثقل و شعاع خم مئاندرهای مجرای رودخانه‌ها معرفی شده و کدهایی جهت حل عددی معادلات مربوطه ارائه می‌شود. این تکنیک برای بررسی جابجایی جانبی بازه‌ای از رودخانه زرينه‌رود (جیغاتی‌چای)، واقع در استان آذربایجان غربی، در ترکیب با سایر روش‌ها اجرا می‌شود. برای بررسی پلان‌فرم مجرای رودخانه از شاخص‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی کورنیس در ترکیب با تکنیک حداقل مربعات استفاده شد. همچنین نرخ مهاجرت مئاندرهای مجرای رودخانه در طی سال‌های مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (IRS, SPOT, Aster, Landsat) و (Google Earth) محاسبه گردید.

معادله یک دایره با مرکز (مرکز ثقل خم) (a و b) و شعاع R برابر است با (Chernov and Chernov, 2011: 47; Heo et al., 2009: 155-165; Chernov and Lesort, 2005: 239-252):

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2. \quad \text{رابطه (۱)}$$

اگر n نقطه (x_i, y_i) مجموعه‌ای از نقاط داده در سطح xy باشد. برای تعیین مقادیر a ، b و R که یک تخمین حداقل مربعات از یک دایره براساس این نقاط داده ارائه می‌دهد، معادله زیر مینیموم می‌شود:

$$F(a, b, R) = \sum_{i=1}^n [(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 - R^2]^2. \quad \text{رابطه (۲)}$$

در تحقیق حاضر، برای حل عددی این معادله سه مجهولی، کدهایی در محیط MATLAB توسعه یافت:

step1.m

```

clc
clear
%% Input data
% x and y points
x = [570753.4252    570815.4982 570872.4036 570916.6127 570947.0656 570963.8434 570969.2393
570964.833    570949.7823 570923.799    570893.6584 570850.2864 570800.0338 570744.8344 570683.3479
570617.6583 570548.1559 570476.3454 570403.2023 570329.5232 570257.0057 570187.2518];

```

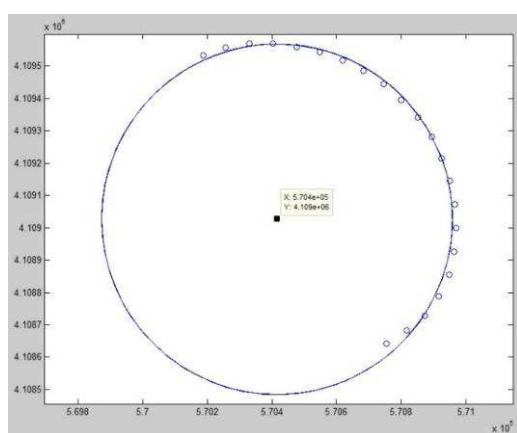
¹⁸ - optimizing

```

y = [4108642.07 4108681.928 4108728.591 4108787.484 4108854.591 4108926.295 4108999.843 4109073.423
4109145.613 4109214.69 4109281.997 4109341.605 4109395.596 4109444.564 4109485.031 4109518.686
4109543.447 4109559.81 4109569.368 4109570.326 4109556.873 4109532.752];
syms a b R % a = x coordinate of circle, b = y coordinate of circle, R = radius of circle
I=numel(x);
%% Constituting least square equations
F=0;
for i=1: I
    C=((x(i)-a)^2 + (y(i)-b)^2 - R^2)^2;
    F=F+C;
end
%% Derivative regard to a, b, R
F1=diff(F,a);
F2=diff(F,b);
F3=diff(F,R);
%% plot input data
plot(x,y,'o')
step2.m
clc
x0 = [570452; 4109024; 493]; % Make a starting guess at the solution
options = optimoptions('fsolve','Display','iter'); % Option to display output
[x,fval] = fsolve(@myfun,x0,options) % Call solver
%% plot the calculated circle
t=0:0.1:20;
a=x(1);
b=x(2);
R=x(3);
x=R.*sin(t)+a;
y=R.*cos(t)+b;
hold on
plot(x,y);axis equal
plot(a,b,'*')
disp('_____')
disp('a, b, and R is:')
a
b
R

```

به عنوان مثال، برای یک خم (شکل ۱) با مختصات معلوم (شکل ۲)، با استفاده از تکنیک حداقل مربعات، شعاع انحنا برابر با $542/2$ متر و مرکز ثقل خم در نقطه‌ای با مختصات (4109000) و (570420) واقع می‌شود.



شکل ۲- برازش دایره به خم متاندر به روش حداقل مربعات



شکل ۱- نمونه‌ای از متاندر مجرای رودخانه زربنه رود

یافته‌های تحقیق

رودخانه زربنه رود براساس متغیرهای مختلف، از قبیل پلان فرم مجرا، کنترل‌های زمین‌شناسی، مواد بستر و اثرات آنتروپوژنیک می‌تواند به پنج بازه مختلف تقسیم‌بندی شود: بازه (۱): از ابتدای بازه مطالعاتی زربنه رود شروع شده و در حدفاصل شهرک صنعتی شاهین‌دژ و شهر محمودآباد خاتمه

می‌یابد. مورفولوژی مجرا تا حد زیادی در کنترل متغیر زمین‌شناسی می‌باشد. مواد تشکیل‌دهنده بستر، عمدتاً شامل قله‌سنگ و پاره‌سنگ می‌باشند. بازه (۲): از بالادست محمودآباد شروع و تا محل سد انحرافی نورولو امتداد می‌یابد. مجرای رودخانه دارای یک دشت سیلابی به خوبی توسعه یافته و تاحدی نامتقارن می‌باشد. این بازه، نمونه مشخصی از رودخانه‌های با بستر گراولی است. بازه (۳): از پایاب سد انحرافی نورولو تا شهر میان‌دوآب امتداد می‌یابد. در این بازه، پلان‌فرم رودخانه در نتیجه اقدامات انسانی به کلی دگرگون شده و تبدیل به شبه‌مئاندری و مئاندری توسعه نیافته می‌شود. بازه (۴): این بازه، منطبق بر بخش میانی مخروط‌افکنه زرینه‌رود می‌باشد و از پایین‌دست میان‌دوآب تا محدوده روستای چلیک امتداد می‌یابد. در این بازه نیز دخالت‌های انسانی زیاد است؛ اما، پلان‌فرم مجرا هنوز الگوی مئاندری خود را تا حدودی حفظ کرده است. بازه (۵): از انتهای بازه فوق شروع شده و تا شوره‌زارهای دریاچه اورمیه کشیده می‌شود. دخالت‌های انسانی، نسبت به دو بازه بالادست، کاهش محسوسی می‌یابد. درصد قابل‌توجهی از مواد بستر و کناره‌های رودخانه متشکل از سیلت و رس می‌باشد. پلان‌فرم این بازه از نوع مئاندری توسعه یافته می‌باشد.

مطابق مقادیر زاویه مرکزی کورنیس، پلان‌فرم مجرای رودخانه در بازه (۱) در مرز بین الگوی مئاندری توسعه نیافته و توسعه یافته قرار می‌گیرد. به طوریکه، در طی دوره زمانی مورد مطالعه، مقادیر متوسط آن از ۸۵ درجه فراتر نرفته است. پلان‌فرم این بازه، عمدتاً در کنترل متغیرهای زمین‌شناسی و تغییرپذیری عرض دشت سیلابی می‌باشد. الگوی مئاندری توسعه یافته در قسمت‌هایی از دره شکل گرفته است که دارای دشت سیلابی نسبتاً توسعه یافته می‌باشد. در اغلب قسمت‌ها، توسعه مئاندرها به دلیل برخورد با واحد مقاوم کوهستان محدود شده است. به همین دلیل، اثری از میان‌برهای گلوگاهی دیده نمی‌شود. در طی ۳۰ سال گذشته، مقادیر این شاخص‌ها در این بازه تغییرات چندانی نداشته است. در اکثر موارد، توسعه مئاندرها در نتیجه برخورد به واحد کوهستان متوقف شده و در نتیجه ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی تغییرات چندانی نداشته است. از سال ۱۹۸۵ م تا ۲۰۱۵ م نرخ مهاجرت جانبی مجرای رودخانه در این بازه کاهش یافته است. به طوریکه میانگین آن از ۰/۹۹ متر در ابتدای دوره زمانی مطالعاتی به ۰/۱۱ متر در سال ۲۰۱۵ رسیده است.

در بازه (۲)، مقادیر زاویه مرکزی عمدتاً در دامنه بین ۸۵ تا ۱۵۸ درجه قرار می‌گیرد و از نوع مئاندری توسعه یافته می‌باشد. در این بازه، هرچند که الگوی کلی رودخانه از نوع مئاندری توسعه یافته می‌باشد؛ اما، توسعه مئاندرها منجر به میان‌بر گلوگاهی و ایجاد اشکال ژئومورفیکی نعل اسبی نشده است. در این بازه، تمامی میان‌برها از نوع شوت^{۱۹} بوده‌اند و از اینرو، با دو شاخه شدن مجرا در محل میان‌بر و متروک شدن تدریجی خم مئاندر، توسعه بیشتر مئاندرها (جهت رخداد میان‌بر گلوگاهی) محدود شده است. کانال‌های متروک یا برکه‌های قوسی شکل مجاور رودکنار و دشت سیلابی ناشی از همین رخداد میان‌برهای شوت می‌باشند که از پراکندگی فضایی زیادی برخوردار بوده و نشان‌دهنده دینامیک عرضی بالای مجرای رودخانه در این بازه می‌باشند. در طی ۱۵ سال گذشته، به دلیل کاهش محسوس دبی، مخصوصاً دبی‌های پیک، فراوانی میان‌برهای شوت کاهش یافته است. از اینرو، علی‌رغم کاهش دینامیک جانبی مجرا، افزایش مقادیر ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی به دلیل محدود بودن میان‌برهای شوت بوده است. میانگین مهاجرت جانبی مجرا در ابتدای دوره زمانی مورد مطالعه در حدود ۳/۳ متر بوده که به ۰/۶۷ متر در سال ۲۰۱۵ کاهش یافته است.

پلان‌فرم مجرای رودخانه در بازه (۳) تبدیل به شبه‌مئاندری و مئاندری توسعه نیافته می‌شود که خود را به صورت افت ناگهانی ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی در محدوده بین ۵۷ تا ۷۹ کیلومتری رودخانه نشان می‌دهد. در این بازه، تمایل مجرا به الگوی مستقیم، ناشی از دخالت‌های انسانی به صورت برداشت شن و ماسه و کانالیزه شدن مجرا در محدوده شهر میان‌دوآب می‌باشد. شن و ماسه بستر و کناره‌های رودخانه (مخصوصاً رسوبات پشته‌های کناره‌های محدب به عنوان یکی از ارکان اساسی حفظ و توسعه الگوی مئاندری) در یک مقیاس بسیار وسیع و نظارت نشده استخراج می‌شود. بنابراین، پلان‌فرم طبیعی مجرا و مورفولوژی بستر رودخانه در نتیجه عوامل آنتروپوژنیک از بین رفته و حتی در نتیجه گودافتادگی، ارتباط بین دشت سیلابی و مجرای رودخانه قطع شده است. در نتیجه، این بازه از نظر دینامیک عرضی طبیعی یک بازه غیرفعال محسوب می‌شود.

در بازه (۴) نیز دخالت‌های انسانی نسبتاً زیاد است. با این حال، زاویه مرکزی در اغلب قسمت‌ها منعکس‌کننده یک پلان‌فرم مئاندری توسعه یافته می‌باشد. رسوبات (با غلبه ماسه) پشته‌های پیچشی کناره‌های محدب مجرا در حال استخراج می‌باشد که ادامه این روند منجر به ایجاد میان‌برهای مصنوعی و تبدیل آن به یک الگوی متمایل به مستقیم می‌شود. امری که در برخی از قسمت‌ها رخ داده و به صورت مقادیر پایین ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی منعکس شده است. این بازه، منطبق بر بخش میانی مخروط‌افکنه زرینه‌رود می‌باشد. رسوبات رودخانه از نوع ماسه‌های درشت تا ریز همراه با سیلت و رس می‌باشد که از پتانسیل فرسایش بالایی برخوردار می‌باشند؛ اما، برداشت قابل‌توجه آب رودخانه در محل سد انحرافی نورولو، استخراج ماسه و فعالیت‌های کشاورزی بسیار گسترده در بلافاصل رودخانه، توسعه بیشتر مئاندرها را محدود ساخته است. در مواردی نیز مئاندر در

¹⁹ - chute cutoff

حال توسعه، از طریق اقدامات مهندسی از توسعه بیشتر بازمانده است. به همین دلیل، در طی دوره زمانی مورد مطالعه، مخصوصاً در طی ۱۵ سال گذشته، تغییرات چندانی در ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی خم‌های این بازه رخ نداد است.

در بازه (۵) مئاندرها به حداکثر توسعه خود می‌رسند و در اغلب قسمت‌ها، در طبقه مئاندري بیش از حد توسعه یافته جای می‌گیرند. در این بازه، هرچند که در طی دوره زمانی مورد مطالعه، مئاندرها هم در جهت عرضی و هم در جهت بالادست و پایین‌دست مهاجرت کرده‌اند؛ اما، تنها یک مورد از اشکال ژئومورفیکی نعل اسبی بوجود آمده که به صورت برکه‌ای نمود یافته است. این امر را می‌توان به پایین بودن نرخ مهاجرت مئاندرها نسبت داد. بطوریکه، همانند بازه بالادست، مقادیر سینوزیته و ضریب خمیدگی تغییرات چندانی را، بویژه در طی ۱۵ سال گذشته، نشان نمی‌دهند. در این بازه، درصد قابل توجهی از مواد بستر و کناره‌های رودخانه متشکل از سیلت و رس می‌باشد که در قسمت‌های پایین‌دست تقریباً به طور کامل تبدیل به سیلت و رس می‌شود. این مواد از خاصیت چسبندگی بالایی برخوردار می‌باشند که با شیب ملایم کناره‌ها و پوشش گیاهی رودکنار توأم شده و کناره‌هایی پایدار را بوجود آورده‌اند.

نتیجه‌گیری

در بازه (۱)، مهاجرت مئاندرهای رودخانه در نتیجه کنترل متغیر زمین‌شناسی و قابلیت فرسایش پایین مواد کناره از محدودیت‌های زیادی برخوردار می‌باشد و بازه‌ای نسبتاً پایدار است. بازه (۲)، فعال‌ترین بازه مورد مطالعه از نظر دینامیک عرضی می‌باشد. پوشش گیاهی در ترکیب با قابلیت فرسایش مواد کناره، تعیین‌کننده میزان تنظیم جانبی و پایداری این بازه است. اکثر مئاندرهای این بازه از نوع فعال می‌باشند. در بازه (۳) و (۴)، عامل انسانی مهمترین نقش را در تغییرات جانبی مجرا ایفا کرده است و پلان فرم مئاندري رودخانه تا حد زیادی دگرگون شده است. در بازه (۵)، با اینکه پلان فرم رودخانه از نوع مئاندري توسعه یافته است؛ اما، به دلیل توان پایین رودخانه و مواد تشکیل دهنده کناره، متشکل از سیلت و رس چسبناک، مهاجرت مئاندرها بسیار محدود شده است. همچنین، در طی سال‌های اخیر، دبی رودخانه از پایاب سد انحرافی نوروزلو کاهش محسوسی داشته است. به طوریکه، میانگین دبی سالانه ایستگاه نظام‌آباد در پایین‌دست رودخانه‌زرنه‌رود از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۱ به ۲۳ مترمکعب در ثانیه تنزل یافته است. در حالیکه میانگین دبی سالانه برای سال‌های بین ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ به مقدار ۶۳/۵ مترمکعب در ثانیه بوده است. برای سال‌های قبل از این تاریخ، داده‌های ایستگاه میان‌دوآب (تعطیل شده) نیز مشابه این مقدار دبی را نشان می‌دهد. در واقع می‌توان گفت که در طی ۱۵ سال گذشته، ورودی آب رودخانه زرنه‌رود به دریاچه اورمیه تقریباً به یک سوم کاهش یافته است. این امر باعث غیرفعال شدن مئاندرهای رودخانه در این بازه شده است.

منابع

- Chernov, N and Lesort, C. 2005. Least squares fitting of circles. *Journal of Mathematical Imaging and Vision* 23: 239-252.
- Chernov, Nikolai. 2011. *Circular and Linear Regression: Fitting Circles and Lines by Least Squares*. CRC Press, Taylor & Francis Group. 253p.
- Heo, J., Duc, T.A., Cho, H.S., Choi, S.U. 2009. Characterization and prediction of meandering channel migration in the GIS environment: A case study of the Sabine River in the USA. *Environmental Monitoring and Assessment*. Volume 152, Issue 1-4, pp 155-165.
- Martin, Derek Joseph. 2005. *Geospatial analysis of gravel bar deposition and channel migration within the Ozark national scenic riverways, Missouri (1955-2003)*. A thesis presented to the graduate college Of Southwest Missouri State University in partial fulfillment of the requirements for the degree master of science, geospatial sciences. 109p.

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تکنیک آموزش
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تکنیک آموزش
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تکنیک آموزش
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران