در
منابع طبیعی شماره ۷۴، بهار ۱۳۸۶
پژوهش و سازندگی

بررسی فاکتورهای مؤثر در عملکرد انواع مختلف اپی‌های موجود در رودخانه میناب

• **سعید چوپانی**، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان
• **علی‌اکبر عباسی**، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک آبخیزداری
• **الیاس پرورش**، کارشناس ارشد مدیریت آبخیزداری استان هرمزگان
• **حسین رستگار**، کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۴

Email: s_choopani@yahoo.com

چکیده

یکی از روش‌های معمول کنترل فرسایش کناری و ساماندهی رودخانه‌ها استفاده از آبشکن (اپی[1]) می‌باشد. احداث اپی‌ها باعث می‌شود الگوی جریان در رودخانه تغییر کرده و کناره‌ها در معرض فرسایش قرار نگیرند. اما عملکرد مثبت سازه از یک سو به ویژگی‌های طبیعی رودخانه بستگی داشته و از سوی دیگر منوط به رعایت نکات فنی در حین احداث سازه می‌باشد. در این تحقیق جهت بررسی فاکتورهای مؤثر در عملکرد آب شکن‌های توری سنگی، شمع کوبی و سنگ و ملات احداث شده دررودخانه میناب، نسبت فاصله بین آبشکن‌ها به طول آنها (S/L)، نسبت تنگی شدگی عرض رودخانه B1/B2 ، میزان اراضی بازیافتی، میزان آب شستگی در اطراف دماغه اپی، مشخصات هندسی و جنس مصالح بکار رفته شده در انواع مختلف اپی‌ها، عمر سازه، هزینه‌های ساخت و تخریب انواع مختلف آب شکن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که در آب شکن‌های توری سنگی با زاویهٔ بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه نسبت به کرانهٔ بالادست بهترین نتایج از حیث انحراف جریان بدست آمده است. در مقادیر S/L>۳ جریان در بین اپی‌ها باعث ایجاد حلقه‌های چرخابه‌ای می گردد که هم در مورد اپی‌های توری سنگی و هم در مورد اپی‌های سنگ و ملات صادق است. به طور کلی اپی‌های توریسنگی در شرایط بستر یکسان دارای عمر مفید بسیار بالاتر بوده و برای حفاظت از سواحل رودخانه و اراضی مجاور آن توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: آب شکن (اپی)، توری سنگی، شمع کوبی، سنگ و ملات، هرمزگان، میناب

www.SID.ir

Pajouhesh & Sazandegi No 74 pp: 66-78

Investigation of effectual factors in the function of existing kinds of spur dikes in Minab river, Hormozgan province

By: S. Choopani, Agricultrural & Natural Resources Reaseareh Center of Hormozgan Province. A. A. Abbasi, Soil Conservation and Watershed Management Research. E. Parvaresh, Soil Conservation and Watershed Management Research. H., Agricultrural & Natural Resources Reaseareh Center of Hormozgan Province.

Spur dike (Epi) is one of the common method of bank erosion controls and river welfare. Spur dike construction changes the direction of river flow so that prevents the erosion of river bank.Affirmative and good function of this structure is related to natural properties of the river and from the other hand is based on following the technical views during the construction of spur dikes. In this study to evaluating the function of three kinds of spur dikes (gabions, shoring, revetment and concrete) constructed on Minab river, following parameters were investigated:

1-Ratio of spur dikes distances and their lenghts S/L.
2- Ratio of river wides narrowing B1/B2.
3- Rate of land refinding at the back of the different kinds of spur dikes through measuring the land areas.
4 - Rate of scour around the spur crest.
5- The angle between the spur dikes and river banks and the water flow direction.
6- Bed material kinds and their magnitude.
7- Measuring the spur dikes dimensions.
8- Depth of the spur dikes foundations in river banks.
9- Kinds of construction materials used in different kinds of spur dikes.
10- Date of spur dikes construction (epi ages).
11- Economic Evaluation of each kinds of spur dikes.

The results of an investigation shown, the best results to redirecting the flow of water has been occured by Gabion constructions with angles between 100 to 120 degrees relative to up of river banks and more than 120 degree in the shoring spur dikes. The flow of water causes meander loops between spur dikes in the S/L>3 (Ratio of spur dikes distances and their lengths). Finally according to measuring and observation and compare with formulas and studies that has been done inside and outside of the country can be results the Gabion spur dikes are the best kind of spur dikes to protect of bank erosion and land refinding in the same conditions.

Key words: Spur dike (Epi), Gabion, Shoring, Revetment and Concrete , Hormozgan, Minab.

مقدمه

در صورت طراحی و اجرای صحیح، آب شکن‌ها علاوه بر کنترل فرسایش کناری، منجر به بازیابی و احیای اراضی با ارزش حاشیه رودخانه می گردند و در صورت عدم اجرای صحیح و طراحی غلط ممکن است باعث تشدید فرسایش و نابودی خاکهای زراعی شوند(۱). در این تحقیق رودخانه میناب که یکی از رودخانه‌های مهم استان هرمزگان می‌باشد بدلیل وجود سه نوع آب شکن مختلف و وجود باغات مرکبات و نخیلات فراوان در حاشیه رودخانه و خسارات عمده‌ای که سالانه به‌این اراضی وارد می‌آید و از طرفی اهمیت حیاتی سد استقلال میناب از نظر کنترل رسوب وارده به دریاچه سد، به عنوان محل تحقیق و بررسی انتخاب گردید. هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی عملکرد اپی‌ها در تثبیت دیواره‌های رودخانه و حفاظت از اراضی واقع در حاشیه رودخانه با توجه به خصوصیات طبیعی رودخانه و فاکتورهای مؤثر در طراحی آنها می‌باشد.

عباسی و حبیبی تحقیقی را بر روی عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌های توریسنگی انجام دادند و نتیجه گرفتند که با افزایش نسبت S/L عمق آبشستگی موضعی دماغه نیز افزایش می یابد. این افزایش تا S/L =۴ تدریجی بوده و از S/L >۴ افزایش ناگهانی می باشد (۵).

ریچارسون و همکاران: معتقد که بهترین نتایج از حیث انحراف جریان با آب شکن‌های با زاویه ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه نسبت به کرانه بالا دست به دست آمده است(۷).

چارلتون (۱۹۸۲) برای مسیرهای مستقیم فاصلهٔ آب شکن‌ها را حداکثر ۴ الی ۴/۵ برابر طول قائم آن پیشنهاد می کنند (۷).

پترس عقیده دارد که بطور کلی طول آب شکن متناسب با اهداف و شرایط رودخانه و با توجه به عرض مورد نظر وعمق آب شستگی مجاز انتخاب می‌گردد ولی میزان تنگ شدگی نباید بیش از ۳۰٪ باشد (۷).

فرانکو معادلهٔ -۱ را برای محاسبهٔ حداکثر فاصلهٔ آب شکن‌ها ارائه نموده است که توسط چارلتون و کینوری و موراش نیز گزارش شده است (۳).

معادله-۱

$$S = K\frac{d^{4/3}}{2gn^2}$$

Archive of SID
www.SID.ir

S : فاصلهٔ آبشـکن‌ها به متر، d : عمق متوسط جریان به متر، g : ثابت شتاب ثقل،

n : ضریب زبری مانینگ مقطع، k :ضریب ثابت و کوچکتر از یک است که برای شرایط گردابی شدید k=۰/۶ است.

میلـر تحقیقی را روی اپی‌های شـمع‌کوبی انجـام داده و نتیجه گرفته اسـت که بیشـترین طول حفاظت شـده، زمانی به‌دسـت می‌آید که اپی نفوذپذیر بوده و طول اپی ۲۲٪ عرض کانال باشد(۶).

طبق نظر پترسـون آب شکن‌های غیر مسـتغرق با تاج افقی، طول سـاحل بیشـتری را محافظت نموده و آبشسـتگی موضعی بیشـتری را نیز نتیجه می‌دهند. در یک سـری آب شـکن متوالی بهتر است ارتفاع تاج آنها یکسـان و یا بتدریج به سـمت پایین دسـت کاهش یابد. به هرحـال ارتفاع تاج آب شـکن‌ها در طول رودخانـه می‌تواند از پروفیل سطح آب پیروی کند(۷).

Gill براسـاس تأثیر قطر رسـوب و تفاوت بین آب صاف و آب شـامل رسـوب بار کف، آزمایش‌هایی را انجام داده اسـت (۱۱) که نتایج آن بطور اختصار به شرح زیر می باشد:

عمق آبشستگی در اطراف دماغهٔ اپی به قطر مصالح بستر بستگی داشته و سـرعت آب شستگی در مصالح ریز دانه به مراتب بیشتر از مصالح درشت دانه می‌باشد.

عمق آبشسـتگی تابعی از عمق جریان در بالا دست آب شکن و مقطع تنگ شده می باشد.

بیشـترین عمق فرسـایش زمانـی رخ می دهـد که مصالح بسـتر در بالادست کانال در آستانه شسته شدن باشد.

معادله - ۲

$$\left(\frac{d_2}{d_1}\right)_{max} = 8.375\left(\frac{D}{d_1}\right)^{0.25}\left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{\%7}$$

در این حالت معادله - ۲ را داشت:

D : قطر متوسط رسوبات کف، d۱ : عمق اولیهٔ جریان

d_2: عمق جریان در دماغهٔ اپی بعد از آبشستگی، B_1 : عرض کانال در مقطع طبیعی، B_2 : عرض کانال در مقطع تنگ شده.

مواد و روش‌ها

بررسی وضعیت توپوگرافی و فیزیوگرافی حوزه

حوزه آبخیز میناب از دو زیر حوزه رودان و جغین تشکیل شده است که در محلـی بنام برنطین به یکدیگر می‌پیوندند و تشـکیل رودخانه میناب را می‌دهند (شکل ۱). زیرحوزه رودان دارای وسعت ۶۶۵۶/۸ کیلومتر مربع می باشد که پست‌ترین نقطه‌این زیرحوزه در روستای خیرآباد و در محل تلاقی با زیرحوزه جغین با ارتفاع ۱۶۲ متر از سـطح دریا و مرتفع‌ترین نقطه با ۲۶۴۵ متر ارتفاع از سـطح دریا در کوه سروشان در اسـتان کرمان واقع شده است. طول بزرگترین آبراهه موجود در این زیر حوزه ۱۸۰ کیلومتر می‌باشد (۸).

جمع آوری آمار و اطلاعات

جمع آوری و ثبت اطلاعات عمومی آب شکن‌ها شامل: تعداد، نوع، محل و سال احداث هر یک از آب شکن‌های موجود. بررسی سابقه تحقیق در زمینه پارامترهای مهم در طراحی آب شکن‌ها و امکان استفاده از نتایج این تحقیقات در ارزیابی عملکرد انواع مختلف اپی‌ها. سعی شد از بین تحقیقات انجام یافته و فرمول‌های ارائه شده در مورد هریک از خصوصیات هندسی و پارامترهای مهم در طراحی آب شکن‌ها، با توجه به اطلاعات و شرایط موجود استفاده گردد.

بررسی‌های صحرایی

اندازه‌گیری مشـخصات فنی آب شـکن‌ها از قبیل ابعاد آب شـکن‌ها، فاصلهٔ آب شـکن‌ها، زاویه آب شـکن با کناره رودخانه، میزان تنگ شدگی مقطع، عمق ریشهٔ و عمق پی آب شکن و شکل دماغه

تصویر ۱- اراضی بازیافتی در بین آب شکن شماره ۲ و۳ توری سنگی که تقریبا تمام ارتفاع آب شکن را پوشانده است (۱۳۷۶)

Archive of SID
www.SID.ir

تصویر ۲ : اراضی بازیافتی بین آب شکن شماره ۲ و ۳ توری سنگی و کاشت درختان مثمر در بین این آب شکن‌ها توسط اهالی منطقه (۱۳۷۶)

بررسی تأثیر آب شکن‌ها در حفاظت از سواحل و اراضی و باغات واقع در حاشیهٔ رودخانه و میزان اراضی بازیافتی، نمونه برداری از مواد بستر در محل آب شکن‌ها و انجام آزمایشات دانه بندی به منظور تعیین اندازه و جنس مواد بستر، برداشت پروفیل‌های طولی و عرضی جهت بررسی وضعیت توپوگرافی و شیب رودخانه، ترسیم پلان و موقعیت اپی‌ها، محاسبات هیدرولیکی و تهیه پروفیل سطح آب، بررسی آب شستگی در سر و پی آب شکن‌ها و میزان و علل تخریب آب‌شکن‌ها.

نتایج

مشخصات عمومی آب شکن‌ها و میزان اراضی بازیافتی با توجه به بررسی‌های انجام شده، تعداد ۱۲ آب شکن با سه نوع مصالح متفاوت شامل شمع کوبی، توری سنگی و سنگ و سیمان در رودخانه گشوئیه رودان و رودخانه زیارتعلی در سالهای ۱۳۶۲ و ۱۳۷۲ احداث شده‌اند. میزان اراضی بازیافتی در پشت هر یک از انواع مختلف آب شکن بطور مستقیم با مترکشی صورت گرفته است (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات عمومی آب شکن ها و میزان اراضی بازیافتی

ردیف	نوع اپی	جنس مصالح بکار رفته شده	تعداد	سال احداث	اراضی بازیافتی (m۲)	محل احداث
۱	شمع کوبی	شمعها از لوله گالوانیزه به قطر ۳۳ سانتی متر و بدنه از تنه درخت خرما که بوسیله آرموتور۱۲ به هم وصل شده اند	۳	۱۳۷۲	۱۵۰	رودخانه گشوئیه رودان
۲	توری سنگی	نوع سنگهای عمدتا آذرین، آهکی، بندرت ماسه سنگی و توری سیمی از نوع گالوانیزه می باشد	۵	۱۳۶۲	۶۹۰۰	رودخانه گشوئیه رودان
۳	سنگ وسیمان	نوع سنگهای آذرین و آهکی و ماسه از نوع رودخانه‌ای	۴	۱۳۶۲ ۱۳۷۲	۰	رودخانه زیارتعلی

خصوصیات هندسی (ابعاد) آب شکن‌ها

خصوصیات هندسی آب شکن‌ها که از مسائل مهم در طراحی، هزینه‌های ساخت و پایداری آب شکن‌ها می‌باشد مستقیماً در محل هر یک از آب شکن‌ها اندازه‌گیری شده است (جداول شماره ۲ تا۴).

لازم به توضیح است که تاج آب شکن‌های احداث شده در رودخانه میناب به صورت افقی است . این آب شکن‌ها به صورت غیر مستغرق بوده و در رودخانه‌های شریانی احداث شده اند و ارتفاع تاج آنها در حدود سطح تراز آب در حالت مقطع پر می باشد.

ضریب زبری بستر (n)

برای محاسبه ضریب زبری بستر (n) که مورد نیاز در محاسبات هیدرولیکی و فرمول‌های مورد استفاده در تحقیق بود، به علت عدم وجود اطلاعات دبی و عمق جریان در هرمقطع از مسیر رودخانه به ناچار از روابط تجربی استفاده شد. روش‌های تجربی عموماً براساس قطر مصالح بستر رودخانه، ضریب زبری را محاسبه می‌نمایند، ابتدا در هر یک از بازه‌های مورد نظر سه نمونه از مواد بستر برداشت و به آزمایشگاه مکانیک خاک جهت آزمایش دانه‌بندی ارسال

Archive of SID
www.SID.ir

تصویر ۳ : نمایی از آب شکن شماره ۱و۲ شمع کوبی و روسوبگذاری بین دو آب شکن که دارای ضخامت کمی بوده و بسمت آب شکن

شماره ۲ از عرض اراضی بازیافتی کم میگردد و با دیواره ساحلی منطبق می شود (۱۳۷۶)

گردیـد. پس از انجام آزمایش دانه‌بندی، ابتدا مقادیرd۶۵، d۵۰ و d۹۰ برای هر یک از نمونه‌ها محاسـبه گردید و سپس با استفاده از روش‌های تجربی، میزان ضریب زبری بر اساس قطر مصالح بستر برای نمونه‌های دانه‌بندی شده محاسبه و میانگیـن آن تعیین گردید. به منظور در نظر گرفتن اثرات پوشـش گیاهی، پیچانرود و غیره از جدول Cowan که توسط Vente chow ارائه گردیده، استفاده شده است(۴). با توجه به محاسبه ضریب زبری با استفاده از فرمول‌های مختلف تجربی و دخالت قضاوت مهندسی، مقدار نهایی ضریب زبری در رودخانه گشوئیه ۰/۰۲۵ و در رودخانه زیارتعلی ۰/۰۳۰ در نظر گرفته شد.

انجام محاسبات هیدرولیکی و تهیه پروفیل سطح آب با دوره برگشت ۲۵ ساله جهت محاسبه ارتفاع اپی

بایسـتی توجه نمود که سـاخت یک سـازه با عمر مفید ۱۰ الی ۱۵ سـال، نیاز به اسـتفاده از دوره‌های برگشت بالا نداشـته و هزینه ساخت سـازه را افزایـش و طرح را غیر اقتصادی می نماید. لـذا به همین منظور دوره برگشـت ۲۵ ساله در این طرح مورد استفاده قرار گرفته است. برای انجام محاسـبات هیدرولیکی و تهیهٔ پروفیل سطح آب در مقاطع مختلف در محل احداث اپی‌ها، از نرم افزار HEC-۲ استفاده شده است (جداول ۵ الی ۷). مقاطع عرضی و طولی، ضریب زبری بسـتر و مقادیر دبی سیلاب از جملـه اطلاعات مورد نیاز این نرم افزارمی‌باشـند. بدیـن منظور جمعاً تعداد ۲۳ پروفیل عرضی در محل احداث اپی‌ها در رودخانه‌های گشـوئیه رودان و زیارتعلی برداشـت شـد. برای تعیین مقادیر دبی با دور برگشـت ۲۵ سـاله بعلـت نبود ایسـتگاه هیدرومتـری در خروجـی رودخانه‌های گشـوئیه و زیارتعلی، از مطالعات انجام شـده توسط مهندسین مشاور آب ورزان ۱۳۷۲ اسـتفاده شده اسـت(۸). به اسـتناد به جدول مقادیر پیک سـیلاب‌های هریک از زیرحوزه‌های تحت مطالعه برای دوره برگشت‌های مختلـف، میـزان دبی با دوره برگشـت ۲۵ سـاله برای رودخانـه زیارت

www.SID.ir

جدول ۲: خصوصیات هندسی آب شکن های توری سنگی (گشوئیه رودان)

شماره اپی	طول (m)	عمق ریشه (m)	عرض پی (m)	عرض بالا (m)	ارتفاع آب شکن از کف بستر (m)	عرض پایین سر آب شکن (m)	عرض بالای سر آب شکن (m)
۱	۷۵	۲	۲	۱/۲	۲/۵	۳/۸	۳
۲	۵۱	۲	۲	۱/۲	۲/۵	۳/۸	۳
۳	۴۳/۵	۲	۲	۱/۲	۲	سر اپی تخریب شده	
۴	۵۵/۷	۸/۵	۲	۱/۲	۲	۳/۸	۳
۵	۴۵/۸	۵/۸	۲	۱/۲	۲	۳/۸	۳

جدول ۳: خصوصیات هندسی آب شکن های سنگ و ملات

شماره اپی	طول (m)	عمق ریشه (m)	عرض پی (m)	عرض بالا (m)	ارتفاع آب شکن از کف بستر (m)	عرض پایین سر آب شکن (m)	عرض بالای سر آب شکن (m)
۱	۲۷/۵	۲	۲	۱	۳/۴	۶	۴/۲
۲	۳۶	۴	۲	۰/۸	۳	۴/۵	۲/۳
۳	۲۴	۴	۲	۱/۲	۳	۳	۲/۲
۴	۴۰	۴	۲	۰/۸۵	۲/۱	۳	۲/۲

جدول ۴: خصوصیات هندسی آب شکن های شمع کوبی(گشوئیه رودان)

شماره اپی	طول (m)	عمق ریشه (m)	تعداد شمعها	متوسط فاصله بین شمعها (m)	ارتفاع از کف بستر (m)	عمق پی (m)
۱	۵۳/۸	۳/۱	۱۳	۳	۲	۴
۲	۵۲/۱	۵/۲	۱۳	۳/۶۵	۱/۶۵	۵/۳۵
۳	۵۵	۷/۲	۱۳	۳/۲۵	۱/۶۵	۵/۳۵

شرح فرمول	شکل فرمول	نام فرمول
d_{65} قطری از ذرات که ۶۵٪ مصالح از آن کوچک تر است (mm)	$n=0.013\,(d_{65})^{1/6}$	راندکیوی (۱۹۷۶)
d_{50} قطری از ذرات که ۵۰٪ مصالح از آن کوچک تر است (mm)	$n=0.042\,(d_{50})^{1/6}$	
d_{50} قطری از ذرات که ۵۰٪ مصالح از آن کوچک تر است (ft)	$n=0.039(d_{50})^{1/6}$	گارد و راجا (۱۹۷۸)
روابط ۳ و ۴ در اصل یک رابطه با واحد متفاوت میباشند	$n=0.047(d_{50})^{1/6}$	سابرامانیا (۱۹۸۲)
d_{90} : قطری از ذرات که ۹۰٪ مصالح از آن کوچک تر است(m)	$n=0.038(d_{90})^{1/6}$	مایرپیتر و مولر (۱۹۴۸)
d_{50}قطری از ذرات که ۵۰٪ مصالح از آن کوچک تر است (m)	$n=0.0593(d_{50})^{0/179}$	برای (۱۹۷۹)
d_{65} قطری از ذرات که ۶۵٪ مصالح از آن کوچک تر است (m)	$n=0.0561(d_{65})^{0/179}$	
d_{90} : قطری از ذرات که ۹۰٪ مصالح از آن کوچک تر است (m)	$n=0.049(d_{90})^{0/16}$	

Archive of SID
www.SID.ir

تصویر ۴ : نمایی از آب شکن‌های سنگ – ملات در رودخانه زیارتعلی

علی ۲۸۸۳ مترمکعب بر ثانیه و برای رودخانه گشوئیه رودان ۱۰۵۵ مترمکعببر ثانیه برآورد شده است.

بررسی نکات فنی در طراحی آب شکن‌ها

بررسی عمق کنش در سر و در پی آب شکن

در بررسی عمق کنش در سر و پی آب شکن‌ها، عمق حفره آبشستگی در محل اندازه‌گیری شد (جدول ۸). به علت نبود اطلاعات دقیق از رویدادهای سیل در محل احداث اپی‌ها و با توجه به شرایط مکانی یکسان اپی‌های شمع کوبی و توری سنگی که در فاصله کمی از هم در رودخانه گشوئیه واقع شده اند، تعداد رویدادها مساوی و با شرایط یکسان فرض شده است. در محل آب شکن‌های سنگ و ملات شرایط با بازه‌های دیگر متفاوت بوده ولی وجود بستر سنگی آبشستگی را محدود کرده است.

محاسبه فاصله بین آب‌شکن‌ها

معمولاً فاصله آبشکن‌ها بصورت ضریبی از طول آنها بیان می‌گردد. نسبت فاصله بین آبشکن‌ها تأثیر مهمی بر پایداری آبشکن و طول حفاظت شده دیواره دارد(۲). این نسبت توسط محققین مختلف عمدتا در محدوده ۲ تا ۵ و در بعضی موارد تا ۱۰ نیز توصیه شده است (۲، ۱۲). اما محاسبه فاصله بین آب شکن‌ها با استفاده از نظریه چارلتون و معادله فرانکو (معادله ۱) بدلیل کاربرد بیشتر و استفاده از اطلاعات عمق جریان و ضریب زبری بستر که از پارامترهای مهم در طراحی سازه‌های آبی می باشند و اندازه‌گیری‌های صحرایی محاسبه شده است (جدول ۹).

معادله (۱)

$$S = K\frac{d^{4/3}}{2gn^2}$$

تصویر ۵ : تخریب سر آب شکن توری سنگی شماره ۳ و کنش ایجاد شده در سر آب شکن (۱۳۷۶)

Archive of SID
www.SID.ir

تصویر ۶ : نمایی از آبشستگی ایجاد شده در آب شکن‌های شمع کوبی و توریسنگ در حال احداث به ارتفاع یک متر در زیر آب شکن (۱۳۷۶)

جدول ۵ : خلاصه محاسبات انجام شده بوسیله نرم افزار HEC-۲ ، رودخانه زیارتعلی (آب شکن های سنگ و ملات)

شماره مقطع	دبی (m^3/s)	عمق (m)	سرعت (m/s)	تراز سطح آب(m)	عرض بالا(m)	سطح مقطع m^2	شیب خط انرژی (درصد)
۸	۲۸۸۳	۵/۵۷	۴/۳۷	۹۷/۸۴	۳۶۲/۴	۶۵۹/۴۸	۷۸/۵۴
۷	۲۸۸۳	۳/۶۲	۳/۷۳	۹۸/۶۸	۳۶۰/۳	۷۷۲/۷۷	۴۶/۰۳
۶	۲۸۸۳	۴/۰۴	۳/۰۵	۹۹/۱۹	۳۴۹/۷	۹۴۴/۵۳	۲۲/۷۳
۵	۲۸۸۳	۴/۹۸	۳/۳۹	۹۹/۴۹	۳۴۶/۶	۸۵۱/۶۳	۳۱/۹۳
۴	۲۸۸۳	۴/۵۴	۳/۲۴	۱۰۰/۰۴	۳۱۸/۴	۸۹۰/۱۸	۲۴/۵۲
۳	۲۸۸۳	۴/۰۶	۴/۲۲	۱۰۰/۲۷	۳۴۲/۵۵	۶۸۲/۸۸	۶۵/۰۶
۲	۲۸۸۳	۳/۲۹	۳/۵	۱۰۱/۳۷	۳۷۱/۹۵	۸۲۴/۶۱	۳۸/۵۳
۱	۲۸۸۳	۳/۳۴	۴/۴۶	۱۰۱/۹۴	۳۲۱/۱۵	۶۴۶/۵۹	۷۱/۰۱

جدول۶ : خلاصه محاسبات انجام شده بوسیله نرم افزار HEC-۲ ، رودخانه گشوئیه رودان (آب شکن های شمع کوبی)

شماره مقطع	دبی (m^3/s)	عمق (m)	سرعت (m/s)	تراز سطح آب(m)	عرض بالا(m)	سطح مقطع m^2	شیب خط انرژی (درصد)
۷	۱۰۵۵	۱/۷۹	۳/۱	۹۹/۹۷	۳۵۲/۲۷	۳۴۰/۵۴	۶۳/۰۸
۶	۱۰۵۵	۱/۵۳	۳/۱۱	۱۰۰/۶۳	۳۵۳/۴۹	۳۳۸/۹۱	۶۴/۳۴
۵	۱۰۵۵	۳/۶۴	۳/۵۳	۱۰۱/۹۶	۲۵۸/۱۵	۲۹۹/۲۹	۶۴/۳۵
۴	۱۰۵۵	۱/۶۹	۳/۲	۱۰۳/۸۹	۳۲۷/۴۶	۳۲۹/۸۷	۶۳/۸۶
۳	۱۰۵۵	۲/۲۳	۳/۱۱	۱۰۵/۷۳	۳۴۸	۳۳۹/۱۴	۶۳/۱۳
۲	۱۰۵۵	۳/۶۸	۱/۷۸	۱۰۶/۲۳	۳۶۶	۵۹۱/۱۹	۱۰/۶۱
۱	۱۰۵۵	۲/۲۲	۳/۲۸	۱۰۶/۱	۳۱۴/۱۱	۳۲۱/۷۱	۶۵/۶۴

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۷ : خلاصه محاسبات انجام شده بوسیله نرم افزار HEC۲ ، ر ودخانه گشوئیه رودان (آب شکن های توریسنگی)

شماره مقطع	دبی (m^3/s)	عمق (m)	سرعت (m/s)	تراز سطح آب(m)	عرض بالا(m)	سطح مقطع m^2	شیب خط انرژی (درصد)
۸	۱۰۵۵	۲/۱	۳/۱۳	۹۶/۲۷	۳۵۶/۲۳	۳۳۷/۵	۶۵/۹۱
۷	۱۰۵۵	۲/۱	۳/۰۸	۹۸/۲۳	۳۶۸/۱۹	۳۴۳/۰۴	۶۵/۱۶
۶	۱۰۵۵	۳/۱۸	۲/۷۱	۹۹/۳۳	۴۰۲	۳۸۹/۸۱	۴۷/۸۹
۵	۱۰۵۵	۳/۱۲	۳/۱۶	۹۹/۹۲	۳۷۱/۷۷	۳۳۴/۰۷	۷۱/۹۳
۴	۱۰۵۵	۵/۳۴	۰/۶۴	۱۰۰/۴۶	۳۷۱/۶	۱۶۴۷/۶	۰/۳۶
۳	۱۰۵۵	۳/۷۹	۰/۹۸	۱۰۰/۴۵	۳۶۷/۹	۱۰۷۹/۴۷	۱/۴۴
۲	۱۰۵۵	۴/۲۴	۱/۱۴	۱۰۰/۴۶	۳۴۶/۲۳	۹۲۹/۲۵	۲/۱۸
۱	۱۰۵۵	۱/۶۵	۳/۰۷	۱۰۰/۷۵	۳۷۰/۹۸	۳۴۳/۷۳	۶۵/۶۷

جدول ۸: عمق حفره آبشستگی در انواع مختلف آب شکن ها

نوع آب شکن	توری سنگی						شمع کوبی			سنگ و ملات			
شماره آب شکن	۱	۲	۳	۴	۵		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴
میانگین عمق آبشستگی به متر	-	۱/۳	۱/۲	۰/۷	-		۰/۵	۱/۶	۱/۲	۱/۱	۰/۸۵	۱/۱۵	-

(s) فاصله بین آب شـکن‌ها به متر، (d) عمق متوسط جریان دربازه موردنظر

(n) ضریب زبری مقطع و (K) ضریب ثابت و کوچکتر از یک است که برای شرایط گردابی شدید k=۰/۶ است.

تناسب طول آب شکن با عرض بستر

به منظور تعیین حداکثر طول مجاز آب شـکن‌ها و مقایسه آن با طول هر یک از آب شکن‌های احداث شده، نسبت تنگ شدگی مقطع (B۱/B۲) با استفاده از پروفیل‌های عرضی محاسبه شده است (جدول ۱۰). همچنین طول مجاز آب شـکن‌ها با توجه به تحقیقات میلر نسـبت عرض کانال در مقطـع طبیعی محاسـبه گردیده اسـت. میلر تحقیقی را روی آب شـکن شمع‌کوبی انجام داده و نتیجه گرفته است که بیشترین طول حفاظت شده ساحل زمانی به‌دست می آید که آب شکن نفوذپذیر بوده و طول آب شکن ۰/۲۲ عرض کانال باشـد (۷). پترسـون نیز معتقد اسـت که نسـبت طول حفاظت شـده ساحل به طول پیش آمدگی آب شـکن (LBP/P) زمانی به حداکثر می رسد که میزان تنگ شدگی مقطع به ۲۲ درصد برسد (۷).

ارتفاع آب شکن

ارتفاع آب شـکن معادل حداکثر ارتفاع جریان آب در دوره برگشـت معینـی به عـلاوه ارتفاع آزاد ۰/۵ متـر جهت اطمینان عبـور آب از روی آب شـکن‌های کوتاه و یک متر برای آب شکن‌های بلند خواهد بود بعبارت دیگر ارتفاع آب شـکن از پروفیل سـطح آب برای یک دوره برگشت معین پیروی می کند. با اسـتفاده از فرمول(۲) نیز می‌توان ارتفاع آب شـکن را از کف متوسـط بسـتر در بین دو سر آب شکن متوالی محاسبه نمود که در آن L فاصله بین دو آب شـکن و i درصد شـیب متوسط رودخانه در بازه مورد مطالعه است.

$$h = 0.019\frac{L^{3/5}}{i^{3/10}} + 1 \qquad (۲)$$

لـذا ارتفـاع مجاز هر یک از انواع مختلف آب شـکن‌ها از دو روش فوق محاسبه و با یکدیگر مقایسه شد (جدول ۱۱). شیب متوسط بستر در محل اپی‌ها از پروفیل طولی اسـتخراج گردیده است و فاصله بین آب شکن‌ها در صحرا اندازه‌گیری شده است.

زاویه آب شکن با کناره θ

زاویه آب شـکن‌ها با اسـتفاده از نقشـه‌برداری تعیین و پس از ترسیم پـلان رودخانه، موقعیت هر یک از انواع آب شـکن‌ها در بازه‌های مورد نظر استخراج گردیده است (جدول ۱۲).

Archive of SID
www.SID.ir

تناسب نوع آب شکن با جنس بستر رودخانه

در این طرح سه نوع آب شکن با مصالح ساختمانی متفاوت مورد بررسی قرار گرفته است.

آب شکن‌های گابیونی از نوع L شکل در رودخانه گشوئیه رودان، با مواد بستر شنی و درشت‌دانه (۵۰ درصد اندازه دانه‌ها بزرگتر از ۲ میلی‌متر است) آب شکن‌های شمع‌کوبی از نوع مستقیم در رودخانه گشوئیه رودان با مواد بستر شنی و درشت‌دانه ۳ ـ آب شکن‌های سنگ و ملات از نوع سرگرد و سرکج در رودخانه زیارتعلی بر روی یک بستر سنگی احداث شده است که باعث عدم ایجاد نشست و آبشستگی در اطراف این آب شکن‌ها و افزایش پایداری آنها شده است.

بررسی نسبت عمق آبشستگی با دانه‌بندی مصالح بستر

$$(\frac{d_2}{d_1})_{max} = 8.375(\frac{D}{d_1})^{0.25}(\frac{B_1}{B_2})^{6.7} \qquad (۳)$$

برای بررسی عمق آبشستگی با دانه‌بندی مصالح بستر، از مواد بستر بخصوص در نوک آب شکن‌ها نمونه‌برداری انجام گرفته و عمق آبشستگی مستقیماً در محل اندازه‌گیری شده است و با استفاده از فرمول ۳ ماکزیمم عمق آبشستگی نیز محاسبه شده است(۶، ۱۱، ۱۴)، (جدول ۱۳).

D : قطر متوسط رسوبات کف(mm)، d_1 : عمق اولیه جریان (m)، d_2 : عمق جریان در دماغه آب شکن بعد از آبشستگی(m)، B_1 : عرض کانال در مقطع طبیعی(m) و B_2 : عرض کانال در مقطع تنگ شده(m)

ارزیابی اقتصادی آب شکن‌ها

جهت ارزیابی اقتصادی آب شکن‌ها, هزینه احداث به احتساب هزینه‌های نظارت و طراحی برای سال ۱۳۷۶ در شرایط یکسان محاسبه شده است. لازم به توضیح است که هزینه آب شکن‌های شمع کوبی به ازاء هر متر طول شمع به علاوه هزینه‌های حمل، نصب و پی کنی، بدون احتساب قیمت بدنه محاسبه شده است (جدول ۱۴).

بحث و نتیجه‌گیری

آب شکن‌های مورد مطالعه در بازه‌هایی احداث شده اند که زاویه بین خط اصلی جریان و خط مماس بر دیواره کمتر از ۱۰ درجه بوده و تقریباً موازی دیواره می باشد . فقط در آب شکن شماره ۱ توریسنگی زاویه حمله آب با دیواره بیشتر از ۱۰ درجه بوده که باعث فرسایش کناره بالا دست و تخریب آن شده است.

هزینه احداث در آب شکن‌های شمع کوبی نسبت به آب شکن‌های توریسنگی و سنگ و ملات بیشتر بوده (جدول ۱۴) و بدنه آب شکن‌های مذکور به سرعت پوسیده و تخریب می شوند و عمر مفید بدنه نسبت به هزینه‌های انجام شده بسیار ناچیز است. به طوری که بعد از گذشت دو سال از ساخت این آب شکن‌ها، بدنه آب شکن پوسیده و خرد شده و به علت آبشستگی زیاد در طول آب شکن اقدام به ساخت مجدد توریسنگی به ارتفاع یک متر از کف بستر در طول آب شکن شده است. در صورتی که بعد از گذشت ۱۴ سال از ساخت آب شکن‌های توریسنگی تنها یکی از این آب شکن‌ها به علت انحراف آب به سمت دیواره، در بالا دست بازه‌این آب شکن تخریب شده است.

با توجه به جدول شماره ۸، در رودخانه گشوئیه رودان با مواد بستر شنی و درشت دانه عمق آبشستگی در آب شکن‌های توریسنگی ۱۳۰ سانتی متر و در آب شکن‌ها شمع کوبی به ۱۶۰ سانتی متر می رسد و علاوه بر آن در آب شکن‌های توریسنگی آبشستگی در تمام طول آب‌شکن اتفاق نمی افتد در صورتیکه در آب شکن‌های شمع کوبی آبشستگی در تمام طول آب شکن رخ می‌دهد. در مورد آب‌شکن‌های سنگ و ملات با توجه به‌اینکه انتظار می رود بیشترین میزان آبشستگی را نسبت به آب شکن‌های توریسنگی و شمع کوبی داشته باشند ولی به دلیل وجود بستر سنگی، حداکثر عمق حفره آبشستگی به ۱۱۵ سانتی متر می رسد. لذا شرایط مناسب بستر به‌این اپی‌های صلب استحکام بخشیده و سبب پایداری آنها شده است.

میزان تنگ شدگی مقطع در محل کلیه آب شکن‌های احداثی بین ۸ تا ۲۰ درصد در تغییر می‌باشد (جدول ۹). در صورتی که میلر و پترس این میزان را به ترتیب ۲۲ و ۳۰ درصد می دانند(۶، ۷). اما فاکتور مهمتر نسبت فاصله بین آب شکن‌ها به طول آنها (S/L) می‌باشد، که با توجه به جداول شماره ۸ و ۱۰ این نسبت در آب شکن‌های توریسنگی با عمق آبشستگی نسبت مستقیم دارد. ولی در آب شکن‌های شمع کوبی عمق آبشستگی از این نسبت پیروی نمی‌کند.

با توجه به جدول شماره ۱۱، در اکثر موارد ارتفاع اندازه‌گیری شده در صحرا از مقادیر محاسبه شده کمتر است که می توان علت اصلی آن را در عرض زیاد رودخانه در بازه‌های مورد نظر و شریانی بودن رودخانه در این بازه‌ها دانست. اما با توجه به جدول شماره ۱۱ و جداول شماره ۶، ۷، ۸ ارتفاع آب شکن‌های احداثی تقریبا از پروفیل سطح آب پیروی می کند.

نتایج حاصل از بررسی و محاسبه زاویه آب شکن‌ها (جدول ۱۲) نیز نشان می‌دهد که آب شکن‌های گابیونی، شمع کوبی و سنگ و ملات به ترتیب با زاویه‌ای بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه، ۱۱۳ تا ۱۲۵ درجه و ۱۱۰ تا ۱۳۰ درجه نسبت به کرانه بالا دست احداث شده اند. این در حالیست که محققین معتقدند که بهترین نتایج از حیث انحراف جریان با آب شکن‌های با زاویه ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه نسبت به کرانه بالادست بدست آمده است (۷).

با توجه به اندازه‌گیری‌ها و برداشت‌های صحرایی و مقایسه آنها با تحقیقات سایر محققان داخلی و خارجی نتایج زیر به دست می‌آید:

الف - حداکثر عمق آبشستگی در اطراف آب شکن‌ها رابطه معکوس با درصد باز شدگی(تراکم بدنه) آنها دارد، به طوری که در آب شکن‌های توریسنگی و سنگ و ملات حداکثر آبشستگی در دماغه آب شکن رخ داده است در صورتیکه در آب شکن‌های شمع کوبی (باز) آبشستگی در تمام طول آب شکن اتفاق افتاده است. بطور کلی روش‌های شمع کوبی با استفاده از مصالح فلزی، چوبی یا بتنی برای رودخانه‌های با مواد بستر شنی و درشت دانه مناسب نبوده و علاوه بر آن این روش‌ها نیاز به امکانات فنی پیچیده داشته و بدلیل هزینه زیاد جز در موارد حفاظت‌های خاص موضعی و کوتاه بکار نمی روند (۱۰، ۱۳).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۹ : مقایسه فاصله بین آب شکن ها با استفاده از نظریه چارلتون و معادله فرانکو و اندازه گیریهای صحرایی

نوع آب شکن	توری سنگی					شمع کوبی			سنگ و ملات			
شماره آب شکن	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴
نظریه چارلتون (متر) $S=4L$ تا $4/5L$	۲۶۴	۱۷۶	۱۹۲			۱۸۶	۱۷۸		۹۴	۱۲۴	۸۲	
معادله فرانکو (متر)	۲۰۶	۳۱۲	۳۳۵			۲۰۷	۲۰۷		۱۶۸	۱۹۳	۱۳۶	
فاصله اندازه گیری شده (متر)	۱۵۹/۲	۶۷/۸	۲۱۷/۶			۱۲۲	۱۴۱		۲۷۵	۱۳۲	۱۳۶	

جدول ۱۰: مقایسه نسبت تنگ شدگی مقطع (B_1/B_2) به منظور تعیین طول مجاز آب شکن ها

نوع آب شکن	شماره آب شکن	طول اندازه گیری شده (متر)	B_1	B_2	B_1/B_2	طول محاسبه شده (متر)	S/L
توربسنگی	۱	۷۵	۳۸۴	۳۰۹	۱/۲۴	۸۴/۴۸	۲/۱۲
	۲	۵۱	۳۹۸	۳۴۷	۱/۱۴	۸۷/۵۶	۱/۳۲
	۳	۴۳/۵	۴۰۱/۵	۳۵۸	۱/۱۲	۸۸/۳۳	
	۴	۵۵/۷	۴۲۵/۷	۳۷۰	۱/۸۱۵	۹۳/۶	۳/۹
	۵	۴۵/۸	۳۵۲	۳۰۶/۲	۱/۱۵	۷۷/۴۴	
شمع کوبی	۱	۵۳/۸	۳۷۹/۸	۳۲۶	۱/۱۶	۸۳/۵	۲/۲۶
	۲	۵۲/۱	۳۸۴/۱	۳۳۲	۱/۱۵	۸۴/۵	۲/۷
	۳	۵۵	۴۰۹	۳۵۴	۱/۱۵	۸۹/۹۸	
سنگ و ملات	۱	۲۷/۵	۳۳۷/۵	۳۱۰	۱/۰۸	۷۴/۲۵	۱۰
	۲	۳۶	۳۲۶	۲۹۰	۱/۱۲	۷۱/۷۲	۳/۶۶
	۳	۲۴	۳۱۳	۲۸۹	۱/۱۰	۶۸/۸۶	۵/۶۶
	۴	۴۰	۳۴۸	۳۰۸	۱/۱۲	۷۶/۵۶	

جدول ۱۱ : محاسبه ارتفاع آب شکن ها با استفاده از پروفیل سطح آب و فرمول شماره (۲)

نوع آب شکن	شماره آب شکن	ارتفاع به متر	فاصله بین دو آب شکن به متر	شیب متوسط بستر	ارتفاع محاسبه شده به متر h
توربسنگی	۱	۵/۲	۲/۱۵۹	۳۸/۱	۲
	۲	۵/۲	۸/۶۷	۳۸/۱	۸۶/۲
	۳	۲	۸/۶۷	۳۸/۱	۸۶/۲
	۴	۲	۶/۲۱۷	۳۸/۱	۷
	۵	۲	۶/۲۱۷	۳۸/۱	۷
شمع کوبی	۱	۲	۱۲۲	۹۷/۱	۳۵/۳
	۲	۲	۱۴۱	۹۷/۱	۷۱/۳
	۳	۲	۱۴۱	۹۷/۱	۷۱/۳
سنگ و ملات	۱	۴۰/۳	۲۷۵	۶۲/۱	۴۵/۷
	۲	۳	۱۳۲	۶۲/۱	۴
	۳	۳	۱۳۶	۶۲/۱	۱۹/۴
	۴	۱۰/۲	۱۳۶	۶۲/۱	۱۹/۴

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱۲ : زاویه اپی‌ها نسبت به کرانه بالادست و جهت جریان

نوع آب شکن	شماره آب شکن	زاویه نسبت به کرانه بالا دست (درجه)	زاویه نسبت به کرانه پایین دست (درجه)	زاویه نسبت به خط جریان (درجه)
توریسنگی	۱	۱۰۰	۸۰	۷۲
	۲	۱۲۰	۶۰	۶۰
	۳	۱۲۰	۶۰	۶۰
	۴	۱۲۰	۶۰	۶۵
	۵	۱۱۰	۷۰	۷۰
شمع کوبی	۱	۱۲۵	۵۵	۵۵
	۲	۱۱۳	۶۷	۶۵
	۳	۱۱۵	۶۵	۶۳
سنگ و ملات	۱	۱۳۰	۵۰	۵۰
	۲	۱۲۵	۵۵	۵۵
	۳	۱۱۰	۷۰	۷۰
	۴	۱۱۵	۶۵	۶۵

جدول ۱۳: محاسبه ماکزیمم عمق آبشستگی با استفاده از فرمول (Gill ۱۹۷۲)

نوع آب شکن	شماره آب شکن	D۵۰ (mm)	عمق اولیه جریان به متر	B۱/B۲	$(d_2/d_1)_{max}$
توریسنگی	۱	۷/۱	۱/۶۵	۱/۲۴	۹/۰۶۴۷
	۲	۳/۲	۴/۲۴	۱/۱۴	۳/۳۳۹
	۳	۷/۶	۳/۷۹	۱/۱۲	۳/۷۸
	۴	۳/۹۵	۵/۳۴	۱/۱۵	۳/۵۲
	۵	۷/۸۳	۳/۱۲	۱/۱۵	۴/۷۸
شمع کوبی	۱	۵/۳	۲/۲۲	۱/۱۶	۵
	۲	۴/۴۵	۳/۶۸	۱/۱۵	۳/۹۸
	۳	۴/۱۳	۲/۲۳	۱/۱۵	۴/۴۳
سنگ و ملات	۱	۳/۳	۳/۳۴	۱/۰۸	۲/۴۸
	۲	۳/۱	۳/۲۹	۱/۱۲	۳/۱۳۵
	۳	۳/۲	۴/۰۶	۱/۱	۲/۶۵
	۴	اپی بر روی بستر سنگی احداث شده است	۴/۵۴	۱/۱۲	---

جدول ۱۴: ارزیابی اقتصادی انواع مختلف آب شکن ها

نوع آب شکن	طول (m)	ارتفاع (m)	عمق پی (m)	متوسط عرض (m)	تعداد شمع	طول شمع	قیمت واحد (ریال)	مقدار کل	قیمت هر متر طول ریال	هزینه کل هزار ریال
توریسنگی	۴۰	۲/۵	۲	۱/۵	-	-	۷۰۰۰۰	۳۰۰	۵۲۵۰۰۰	۲۱۰۰۰
سنگ و ملات	۴۰	۲/۵	۲	۱/۵	-	-	۷۰۰۰۰	۳۰۰	۵۲۵۰۰۰	۲۱۰۰۰
شمع کوبی	۴۰	۲/۵	۳/۵	-	۱۳	۶	۵۵۵۵۰۰	۴۰	۵۵۵۵۰۰	۲۲۲۰۰

www.SID.ir

ب - میزان عمق آبشستگی موضعی دماغه در آب شکن‌های توریسنگی با افزایش نسبت S/L افزایش می یابد.

ج- در مقادیر۳ < S/L جریان در بین آب شکن‌ها به صورت مارپیچی در می آید که هم در مورد آب شکن‌های توریسنگی و هم در آب شکن‌های سنگ و ملات (نفوذ ناپذیر) صادق بوده ولی در آب شکن‌های شمع کوبی بعلت باز بودن، آبشستگی در تمام طول آب شکن اتفاق افتاده و در بسیاری موارد از این نسبت پیروی نمی‌کنند.

د- میزان اراضی باز یافتی در پشت آب شکن‌های توریسنگی با رعایت طول و فاصله و زاویه آب شکن‌ها نسبت به دیواره با لا دست و زاویه انحنای کرانه، نسبت به آب شکن‌های شمع کوبی و سنگ و ملات بیشتر می باشد.

ه- در آب شکن‌های توریسنگی با زاویه بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه نسبت به کرانه بالادست بهترین نتایج را از حیث انحراف جریان به دست آمده است. ریچاردسون (۱۹۷۵) معتقد است بهترین نتایج از حیث انحراف جریان با آب شکن‌های زاویه دار با زاویه ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه نسبت به کرانه بالادست بدست آمده است (۷) .

و- در آب شکن‌های شمع کوبی با افزایش زاویه کرانه نسبت به بالادست، آبشستگی در طول آب شکن کاهش می یابد و آب شکن‌هائی که زاویه آنها نسبت به کرانه بالادست بیشتر از ۱۲۰ درجه است، آبشستگی کمتری در طول آنها مشاهده می‌شود.

ز- در رودخانه‌های با بستر متراکم و یا سنگی، آب شکن‌های صلب (نفوذ ناپذیر) دارای مقاومت بیشتری بوده و بهمین نسبت میزان تخریب در این آب شکن‌ها کاهش می یابد.

ح- زاویه حمله آب برای شرایط حفاظت نشده دیوارهها نبایستی از ۱۰ ده درجه تجاوز نماید. به عبارت دیگر بایستی زاویه بین خط اصلی جریان و خط مماس بر دیواره کمتر از ۱۰ درجه باشد. شن (۱۹۸۴) نیز توصیه کرده است که زاویه حمله آب برای شرایط حفاظت نشده دیوارهها از ۱۰ درجه تجاوز نکند (۷).

تشکر و قدردانی

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از زحمات بی شائبه جناب آقایان دکتر علی اکبر عباسی مشاور طرح، مهندس حاج الیاس پرورش و مهندس حسین رستگار که درتمامی مراحل این طرح مرا یاری نموده‌اند ابراز می‌دارم. از جناب آقای مهندس ایرج بقائی‌پور ریاست محترم مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان هرمزگان به خاطر در اختیار قراردادن امکانات مورد نیاز طرح و همکاری لازم در این زمینه تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از عزیزانی که به نحوی مرا در اجرای این طرح یاری نموده‌اند. آقایان مهندس جلال برخورداری، مهندس محمد زارع مهرجردی، اصغر زارعی و محمد مرادی‌پوری سپاسگزاری می‌نمایم.

پاورقی

1- Epi (Spur dike)

منابع مورد استفاده

۱ - ابریشمی، ج و حسینی، م. ۱۳۷۳؛ هیدرولیک کانال‌های باز، انتشارات آستان قدس رضوی.

۲ - جوان، م و فرشاد، م، طالب بیدختی، ن و جواهری، پ .۱۳۶۹؛ طرح آنالیز و اجرای سازه‌های توری سنگی، چاپ اول، معاونت امور آب جهادسازندگی، دفتر مطالعات آب حاسب کرجی

۳ - حبیبی م و حسینی ا، ۱۳۸۰؛ معیارهای طراحی اپی‌ها بر اساس آخرین تحقیقات انجام شده،، نخستین همایش ملی سازه‌های کنترل فرسایش و بازیافت اراضی در رودخانه‌ها و مسیل‌ها، خرم آباد .

۴ - رستگار حسین.۱۳۸۱؛ مطالعه مهندسی رودخانه طرح آبخوانداری سرچاهان، معاونت آموزش و تحقیقات جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان هرمزگان.

۵ - عباسی، علی اکبر و همکاران. ۱۳۷۶؛ طرح بررسی عمق آبشستگی دماغه اپی‌های توریسنگی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

۶ - عباسی، علیاکبر و مهدی حبیبی.۱۳۸۰؛ بررسی آزمایشگاهی عمق آبشستگی دماغه آب شکن‌های سر سپری، نخستین همایش ملی سازه‌های کنترل فرسایش و بازیافت اراضی در رودخانه‌ها و مسیل‌ها، خرم آباد .

۷ - عسکری، احمدعلی.۱۳۷۴؛ بررسی تأثیر پارامتر نسبت فاصله به طول به عمق آبشستگی موضعی در سرآبشکن‌های توریسنگی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۸- مهندسین مشاور آب ورزان .۱۳۷۲؛ طرح توسعه منابع آب و آبخیزداری حوزه سد استقلال میناب، جلدسوم مطالعات هیدرولوژی (آبهای سطحی) و سیلابها.

۹ - واحد طراحی و مطالعات کمیته آبخیزداری و زیربنایی جهاد سازندگی بوشهر. ۱۳۷۰؛ اپی، اصلاح وتثبیت دیواره رودخانه آباد، سازمان جهاد سازندگی استان بوشهر.

۱۰ - یاسی، م .۱۳۶۷؛ اصلاح مسیر و حفاظت دیواره رودخانه‌های سیلابی با روش مناسب ساختمانی ـ بیولوژیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

11- Mohammad Akram Gill.1972; Erosion of sand beds around spur dikes. Journal of the hydraulics Division Proceeding of the American Society of Civil Engineers. HY9. 1567-1601.

12- Mushtag Ahmad. 1953. Experiments on desigen behavior of spur dikes. Irrigation Research Institute Pakistan. 145-159.

13- R.j Gard, M. ASCE.K.Subramania, and K.D. Nambu ripad. 1961; Study of scour around spur dikes. Journal of the Hydraulics Division Proceeding of the Amarican Engineers. HY6-23-36.

14- Siow–Yong Lim and Yee-Meng Chiew.1992; Effect of sediment gradation on scour at spur dikes. International Symposium on Hydraulic Research in Nature and Laboratory.

Archive of SID

www.SID.ir