



## تأثیر پوشش گیاهی غیر مستغرق در آبگذری رودخانه ها

منوچهر فتحی مقدم<sup>۱</sup>، بابک شمال نسب<sup>۲</sup>، علیرضا مسجدی<sup>۳</sup>

۱- دانشیار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- کارشناس سازمان آب و برق خوزستان، اهواز

۳- استادیار مرکز علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

[fathi49@gmail.com](mailto:fathi49@gmail.com)<sup>۱</sup>

### خلاصه

قدرت آبگذری رودخانه ها اهمیت زیادی در عملکرد سازه های آبی بالادست دارد. برای مثال چنانچه رودخانه بدلیل پوشش گیاهی و ضریب زبری زیاد ناشی از آن قادر به عبور جریان کافی نباشد، بالا آمدن سطح آب در رودخانه موجب مستغرق شدن و کاهش راندمان عملکرد حوضچه آرامش سرریزسدها و سایر سازه های کنار آبی میشود. در نتیجه تخمین درست ضریب زبری رودخانه بخصوص با پوشش گیاهی غیر مستغرق و در شرایط سیلابی از اهمیت ویژه ای در طراحی و راندمان سازه های بالادست دارد. یکی از گیاهانی که به وفور در ساحل رودخانه های جنوبی بطور طبیعی رشد می نماید گیاه گز است.

در این تحقیق با استفاده از مدل آزمایشگاهی به بررسی ضریب زبری گیاه گز رودخانه ای پرداخته شده است. این گیاهان بومی حاشیه رودخانه کارون بوده که در شرایط غیر مستغرق و زیر بحرانی در فلوم شیشه ای بطول ۱۲/۶ متر، عرض ۰/۵ متر و ارتفاع ۰/۶ متر با سرعت، دبی و عمق های مختلف آزمایش شدند. ارتفاع گیاهان در این تحقیق ۳۵ سانتی متر و با آرایش طبیعی و تصادفی در بازه ای از فلوم بطول ۲/۸ متر در کف فلوم قرار داده شدند. با توجه به آزمایشات انجام شده بر روی مدل فیزیکی و نمودارهای بدست آمده می توان نتیجه گرفت ضرایب زبری پوشش گیاهی تابعی از شرایط جریان (سرعت و عمق) و همچنین نوع و تراکم پوشش گیاهی هستند.

کلمات کلیدی: پوشش گیاهی، مقاومت جریان، نیمه مستغرق، آبگذری رودخانه ها

### مقدمه

پوششهای گیاهی در حاشیه و صفحات پهن رودخانه ها باعث کاهش سرعت جریان و تشدید شرایط سیلابی میشوند. از نظر هیدرولیکی میزان کندی جریان ناشی از پوشش گیاهی در کانال های طبیعی یک عامل مهم در طراحی سیلاب دشت و مدیریت حریم رودخانه و کانال های طبیعی است. همچنین از دیدگاه زیست محیطی می توان به اثر پوشش گیاهی در عوامل مورفولوژیکی، کیفیت آب و زیبایی یک حوضه آبریز اشاره کرد. نقش پوشش گیاهی در حفاظت و تثبیت دیواره و سواحل رودخانه بطور گسترده ای توسط محققان در اقصی نقاط جهان مطالعه شده و همگی آنرا بعنوان یک گزینه اقتصادی و زیست محیطی شناخته اند. این روش قدرت و قابلیت تجدید حیات و بازسازی بصورت طبیعی را دارد ولی تاکنون در ایران بررسی هاس معدودی در این مورد انجام گرفته است.

در سال های اخیر به علت وقوع سیل به ویژه در اروپا پروژه های بازسازی رودخانه ها و آبراهه ها اهمیت زیادی پیدا کرده است. بازسازی رودخانه و کانال های خاکی به بررسی تأثیر پوشش گیاهی، بوته و درخت بر عملکرد هیدرولیکی آبراهه دارد. از نقطه نظر هیدرولیکی، پوشش گیاهی باعث افزایش مقاومت در برابر جریان و کاهش میزان انتقال جریان می گردد. در کانال های طبیعی، پوشش گیاهی از طریق ایجاد آشفتگی در اطراف ساقه ها و برگهای گیاه موجب افت انرژی می شود و در مقابل حرکت آب مقاومت ایجاد می کند. بطور کلی موفقیت استفاده از پوشش گیاهی بستگی به شرایط رودخانه و شدت تخریب پذیری دیواره ها، موقعیت سه گانه سطح دیواره، نوع گیاه، تنوع و آرایش گیاهی، روش کاشت و تثبیت بیولوژیکی و مدیریت نگهداری پوشش گیاهی دارد.

<sup>۱</sup> دانشیار

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد

<sup>۳</sup> استادیار

اولین تحقیقات برای بدست آوردن رابطه ای بین زبری هیدرولیکی جریان با عمق و سرعت جریان و همچنین نوع و ارتفاع پوشش گیاهی در آزمایشگاه سازمان حفاظت خاک ایالت کارولینای جنوبی واقع در شهر اسپارتارگ ایالات متحده شروع شد. حاصل این آزمایشات ارائه یک سری ضرایب زبری کوتر و مانینگ در کانال های کشت شده با عرض ۰/۳-۱/۲ متر و شیب کناره متفاوت بود. (Cook 1938, Cook and Campbell 1939). لی و شن (Li and Shen 1973) اثر مقاومت گیاهان با ساقه های استوانه ای مختلف را در حالت مستغرق بر جریان را مورد مطالعه قرار دادند. تحقیقات فوق نشان داد که الگوهای مختلف قرارگیری ساقه های استوانه ای تاثیر مهمی بر دبی جریان دارد. علاوه بر آن مدل‌های فیزیکی برای تعیین ضریب زبری در دشتهای سیلابی با ساقه های استوانه ای سفت مورد استفاده قرار گرفت. بطوریکه یک بخش از برنامه برای محاسبه دبی های مختلف منطقه رویش گیاه برنامه ریزی شده بود. کوشش و عملکرد لی و شن در سال ۱۹۷۳ در مورد نتایج محاسبه ضریب اصطکاک برای یک گیاه منفرد در یک دسته با  $C_{WR}$  ، علاوه محاسبه ضریب زبری برای پوشش گیاهی ( $f_p$ ) بسیار وسیع بود.

در زمینه کانال های با پوشش گیاهی کاوون (Kouwen 1992) با استفاده از تئوری لایه مرزی، بین مقاومت جریان در کانال های با پوشش گیاهی و زبری نسبی ارتباط برقرار کرد و برای محاسبه ضریب زبری از ضریب دارسی-ویسباخ و معادله لگاریتمی زیر استفاده نمود:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = a + b \log \left( \frac{y}{h_p} \right)$$

که در آن:

$y$  = عمق جریان بر حسب  $m$

$h_p$  = ارتفاع خمیده پوشش گیاهی (ارتفاع پوشش گیاهی پس از عبور جریان آب) بر حسب  $m$

$a$  و  $b$  = ضرایب تجربی.

چیو و تان (Chiew and Tan 1992) تاثیر بوته های کاشته شده در کف کانال را بر ضریب اصطکاک در شرایط تراکم کم و تراکم زیاد مورد بررسی قرار دادند. نتیجه آزمایش ها نشان داده است که ساقه های گیاه که جریان از میان آنها عبور می کند بیشترین نیروی کششی را تحمل کرده و توربولانس بیشتری تولید می کند. همچنین با افزایش تراکم ضریب زبری افزایش می یابد.

مطالعات فتحی مقدم و کاوون (Fathi-Maghadam and Kouwen 1997) نشان داد که اضافه شدن سرعت آب از ۰/۱ به ۱ متر بر ثانیه باعث کاهش ضریب زبری دارسی ویسباخ تا حد ۱/۴ درصد می شود. این کاهش زبری ناشی از قابلیت ارتجاع پوشش گیاهی و همسو شدن پوشش گیاهی با جریان آب است.

فری من و همکاران (Freeman, et al. 1998) برای به دست آوردن زبری هیدرولیکی ناشی از بوته ها و گیاهان خشبی، عوامل تراکم، قطر ساقه و عرض قسمت برگدار را وارد محاسبات کردند و نشان دادند که ضریب سختی (عدم انعطاف پذیری) را می توان با استفاده از قطر ساقه ( $D_s$ ) و ارتفاع گیاه ( $h_p$ ) در قالب یک رابطه غیر خطی با دقت خوبی برآورد نمود.

کاوون و فتحی مقدم (Kouwen and Fathi-Moghadam 2000) با انجام آزمایش روی گونه های بزرگتر همان نوع گیاهان قبلی مجدداً نشان داد که بین ضریب زبری ، سرعت جریان و شاخص های گیاهی ارتباط وجود دارد و پارامترهایی برآیدر نظر گرفتن شکل ، انعطاف پذیری این نوع گیاهان اراده دادند.

استفان (Stephan 2001) تحقیقی بر روی سه نوع گیاه آبی در یابی در یک فلوم آزمایشگاهی انجام داد. نیروی اصطکاک و بررسی سرعت دو مورد از تحقیق او در این زمینه بود. خمیدگی گیاهان غوطه ورو پیدا کردن خصوصیات جریان و گیاهان در یک پارامتر مشخص برابر است با ضریب زبری  $\times 4$  ضریب زبری هیدرولیکی در مقابل ضریب زبری ماسه معادل استفاده می شود که بر روی نمودار نیمه لگاریتمی رسم شد.

فتحی مقدم (Fathi-Moghadam, 2006) طی بررسی که روی اثر شیب زمین ، عمق و سرعت جریان انجام داد نتیجه گرفت، افزایش سرعت جریان که ناشی از افزایش شیب زمین باشد باعث کاهش فاکتور اصطکاک می گردد. همچنین در اثر وجود پوشش گیاهی ، عمق جریان در حالت غیرمستغرق افزایش و ضریب اصطکاک نیز افزایش خواهد یافت.

## مواد و روشها

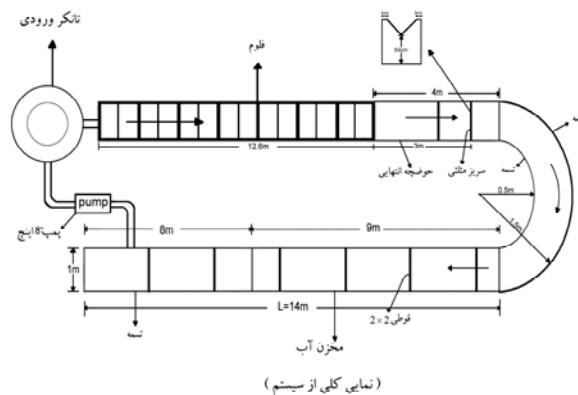
به منظور بررسی اثر مقاومت جریان گیاهان موجود در سواحل و دشتهای سیلابی بر خصوصیات جریان نظیر سرعت، عمق، عمق استغراق، عدد رینولدز و حاصلضرب سرعت در شعاع هیدرولیکی، آزمایشاتی بر روی یک فلوم شیشه ای بطول ۱۲/۶ متر، عرض ۰/۵ متر و ارتفاع ۰/۶ متر با شیب متغیر انجام شد.

گیاهان مورد آزمایش در این تحقیق گز رودخانه ای بوده که در مسیر جریان در فلوم آزمایشگاهی قرار داده شدند. در فاصله ۶ متری در بالادست گیاه جهت آرام کردن جریان از پوشال استفاده گردید. جهت کنترل عمق جریان در فلوم، دریچه ای در پائین دست نصب گردید. دبی جریان توسط شیر فلکه در ورودی فلوم تغییر یافت. جریان آب توسط پمپ ۶ اینچی وارد تانک هوایی به ارتفاع ۴ متری شده و سپس از

طریق لوله ۶ اینچی که در میسر آن شیر فلکه قرار دارد وارد فلوم شده و پس از عبور از پوشال ها وارد بازه مورد آزمایش شده و سپس توسط دریچه در پائین دست فلوم کنترل گردید (شکل ۱).

روش برآورد مقاومت جریان گیاهان در این تحقیق، تعیین شیب افت انرژی (Energy lose slope) در طول بازه گیاهان بود. برای این منظور با اندازه گیری اختلاف سطح آب در بالادست و پائین دست بازه مورد نظر، مقدار افت انرژی  $(H_f)$  بدست آمده سپس با تقسیم بر طول بازه  $(L)$  مقدار شیب افت انرژی  $(S_f)$  بدست آمد  $(S_f = H_f/L)$ .

با توجه به روش محاسبه مقاومت جریان گیاهان، جهت تعیین ضریب زبری گیاهان طبق معادله مانینگ ابتدا گیاهان گز رودخانه ای از حاشیه رودخانه کارون برداشت و ساقه های ۳۵ سانتی متری  $(H)$  از آن را بریده و در سوراخ های تعبیه شده در جعبه چوبی بطول ۲/۸ متر با آرایش طبیعی و تصادفی در بازه مورد نظر در فاصله ۹ متری از ابتدای فلوم قرار داده شد. تراکم طبیعی گیاهان در آزمایشات بر اساس تراکم موجود در دشتهای سیلابی انتخاب شده بود بنحوی که در صورتیکه از بالا به بازه مورد نظر نگاه شود کف بستر تقریباً قابل رویت نباشد. گیاهان در تمام طول آزمایش بصورت عمودی، غیرمستغرق  $(y < 0.8H)$  و جریان بصورت غیر یکنواخت و زیر بحرانی  $(Fr < 1)$  بود. جهت استفاده از متوسط سرعت جریان در معادله مانینگ از سرعت متوسط جریان در بالادست گیاهان (جلوی گیاهان) در ۶ نقطه با توجه به تغییرات عمق استفاده شد.



شکل ۱- شماتیک مدل فیزیکی (پلان)

کلیه آزمایشات در عمق ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۳، ۲۵ و ۲۷ سانتی متری  $(y)$  با دبی های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ لیتر بر ثانیه  $(Q)$  انجام شده بود. اختلاف سطح آب در بالادست و پائین دست بازه  $(S_f)$  توسط عمق سنج با دقت ۰/۱ میلی متر و سرعت جریان در قسمتهای مختلف  $(V)$  توسط میکرومولینه با دقت ۰/۱ تا ۳ متر بر ثانیه اندازه گیری و سپس متوسط سرعت در جلوی گیاه  $(\bar{V})$  بدست آمد. همچنین دبی جریان توسط سرریز مثلثی در حوضچه آرامش در پائین دست فلوم با توجه به معادله بدست آمده اندازه گیری شد. یکی از پارامترهای مهم در این تحقیق اندازه گیری سطح جذب کننده انرژی در عمق های مختلف بود. برای اندازه گیری سطح جذب کننده انرژی نمونه های گیاهی مورد آزمایش، با تمام شاخ و برگها در یک ردیف روی یک صفحه سفید پخش گردید. بوسیله دوربین عکاسی دیجیتالی از بالا بطور کامل عمود بر جهت صفحه عکسبرداری و با استفاده از نرم افزار در عمق های مختلف با شمارش تعداد پیکسلهای سیاه، سطح جذب شده انرژی برای اعماق مختلف اندازه گیری شد. در صورتیکه در هر عمق تعداد پیکسلهای سیاه  $(a)$  را بر کل پیکسلها  $(A)$  تقسیم شود، سطح استغراق  $(a/A)$  بعنوان یک پارامتر تعیین کننده سطح جذب شده انرژی می توان بدست آورد. جهت محاسبه دقیق ضریب زبری مانینگ گیاهان گز  $(n_{veg})$ ، بعد از اندازه گیری و محاسبه ضریب زبری کل  $(n_{vb})$ ، مقادیر بدست آمده را از ضریب زبری بستر  $(n_b = 0.01)$  با جنس چوب کسر شدند. ضریب زبری مانینگ با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$n_{vb} = \frac{1}{\bar{V}} R^{2/3} S_f^{1/2} \quad (1)$$

$n$  = ضریب زبری مانینگ

$\bar{V}$  = سرعت متوسط اندازه گیری شده در جلوی گیاهان

$R$  = شعاع هیدرولیکی

$S_f$  = شیب خط انرژی در بالادست و پائین دست گیاهان

سپس جهت بررسی ضریب زبری دارسی-وئیسباخ کلیه ضرایب مانینگ با استفاده از معادله (۲) به ضریب دارسی-وئیسباخ تبدیل شد:

$$f_{veg} = 8g \left( \frac{n_{veg}}{R^{1/6}} \right)^2 \quad (2)$$

محدوده متغیرهای اندازه گیری شده در این تحقیق عبارتند از:

الف- عمق جریان ( $y = 13 - 27 \text{ cm}$ )

ب- سرعت جریان ( $\bar{V} = 0.18 - 0.78 \text{ m/s}$ )

ج- شدت جریان ( $Q = 20 - 50 \text{ lit/s}$ )

د- عدد رینولدز ( $Re = 21354 - 66300$ )

ه- عدد فرود ( $Fr = 0.12 - 0.69$ )

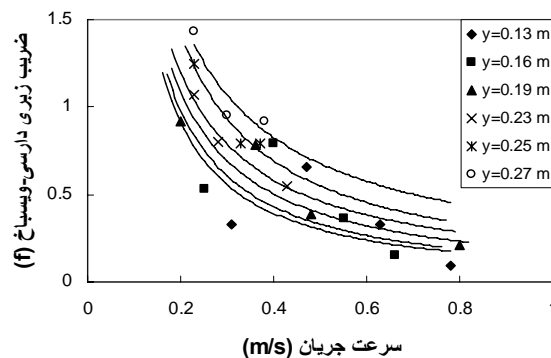
و- شیب خط انرژی ( $S_f = 0.0032 - 0.025$ )

## نتایج و بحث

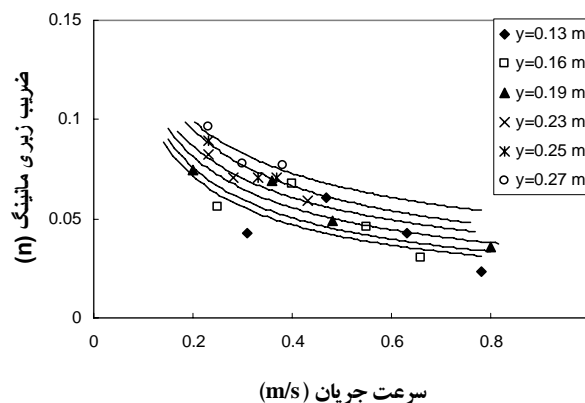
پس از انجام آزمایشات بر روی مدل فیزیکی و گیاهان، نتایج حاصل بصورت نمودار نشان داده شد. تعداد کل آزمایشات در این تحقیق با توجه به محدودیتهای موجود در مدل فیزیکی ۲۲ عدد بود. با توجه به مشاهدات عینی و بررسی نمودارهای بدست آمده نتایج زیر برای پارامترهای سرعت، عمق، نسبت استغراق پوشش، حاصلضرب سرعت در شعاع هیدرولیکی، و عدد رینولدز جریان، و حاصل گردید.

## سرعت جریان

جهت بررسی تغییرات زبری با سرعت جریان در گیاه گز رودخانه ای روند تغییرات سرعت جریان را در مقابل ضرایب زبری در اعماق مختلف ترسیم گردید. شکل (۳) نشان می دهد با افزایش سرعت جریان در اعماق مختلف، ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بطور غیر خطی کاهش می یابد.



شکل ۳- تغییرات سرعت جریان با ضریب زبری دارسی- ویسباخ ( $f$ )

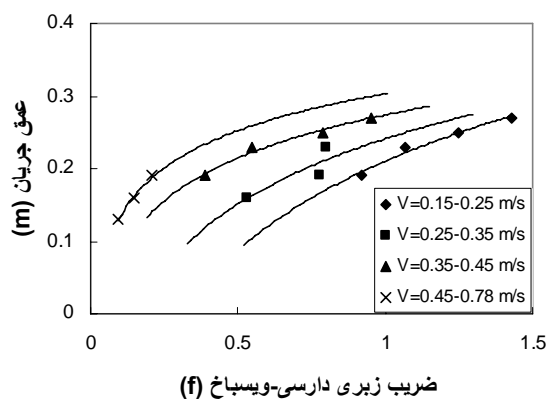


شکل ۴- تغییرات سرعت جریان با ضریب زبری مانینگ ( $n$ )

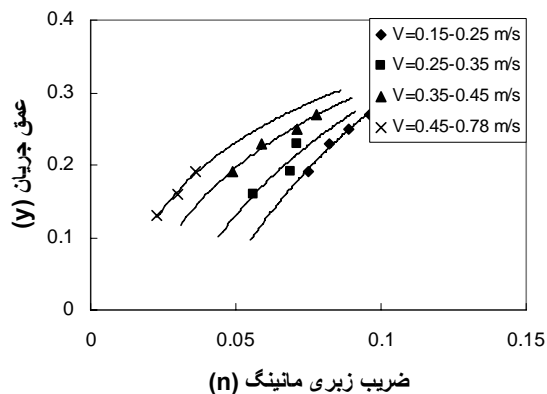
تحقیقات انجام گرفته توسط فتیحی مقدم و کاوون در سال ۱۹۹۷ و ۲۰۰۰ و جارولا و همکارانش در سال ۲۰۰۲ جهت بررسی ضریب زبری گیاهان در دشتهای سیلابی نشان دادند که با افزایش سرعت جریان در اعماق مختلف ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بصورت غیر خطی کاهش می یابد. با توجه به نتایج بدست آمده توسط محققین و صحت نمودار بدست آمده، نمودار تغییرات سرعت جریان در مقابل ضریب زبری مانینگ رسم شد. شکل (۴) نشان می دهد با افزایش سرعت جریان در اعماق مختلف، ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) نیز بطور غیر خطی کاهش می یابد. بعبارت دیگر افزایش سرعت جریان در گیاهان باعث همسو شدن گیاهان در مسیر جریان شده و در نتیجه باعث کاهش ضریب زبری در گیاهان می گردد.

### عمق جریان

جهت بررسی تغییرات زبری با عمق جریان در گیاه گز رودخانه ای روند تغییرات عمق جریان را در مقابل ضرایب زبری در سرعتهای مختلف ترسیم گردید. شکل (۵) نشان می دهد با افزایش عمق جریان در سرعتهای مختلف، ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بطور غیر خطی افزایش می یابد. تحقیقات انجام گرفته توسط فتیحی مقدم و کاوون در سال ۱۹۹۷ و ۲۰۰۰ و جارولا و همکارانش در سال ۲۰۰۲ بر روی ضریب زبری گیاهان در دشتهای سیلابی نشان دادند که با افزایش عمق جریان در گیاهان ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بصورت غیر خطی افزایش می یابد. با توجه به نتایج بدست آمده توسط محققین و صحت نمودار بدست آمده، نمودار تغییرات عمق جریان در مقابل ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) رسم شد. شکل (۶) نشان می دهد با افزایش عمق جریان در سرعتهای مختلف، ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) نیز بطور غیر خطی افزایش می یابد. با توجه به نمودارهای بدست آمده می توان نتیجه گرفت که افزایش عمق جریان در گیاهان باعث می گردد تا گیاه در مقابل جریان آب بطور ایستاده قرار گرفته و سطح تماس گیاه با جریان بیشتر شده و مقدار انرژی جذب شده توسط گیاهان بیشتر می گردد که نتیجه آن افزایش ضریب زبری گیاهان است.



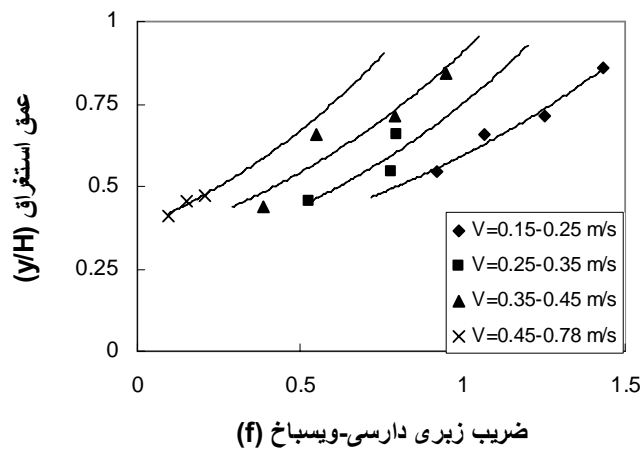
شکل ۵- تغییرات عمق جریان با ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ )



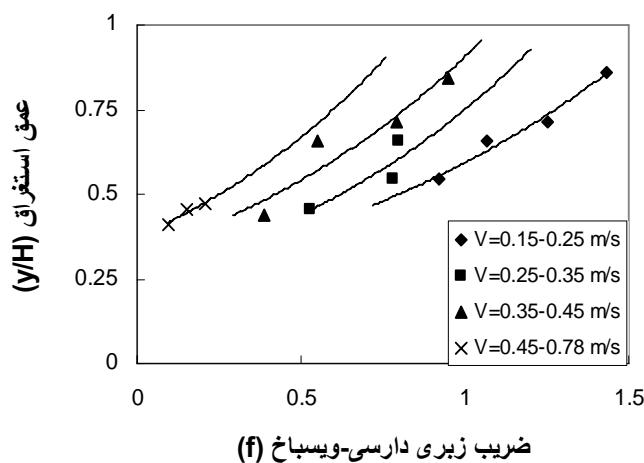
شکل (۶) تغییرات عمق جریان با ضریب زبری مانینگ ( $n$ )

## نسبت استغراق پوشش

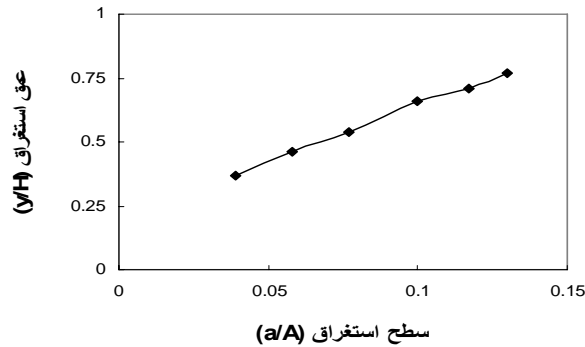
جهت بررسی تغییرات زبری با عمق استغراق ( $y/H$ ) در گیاه گز رودخانه ای روند تغییرات عمق استغراق را در مقابل ضرایب زبری در سرعت‌های مختلف ترسیم گردید. تحقیقات انجام گرفته توسط فتیحی مقدم و کاون در سال ۱۹۹۷ و ۲۰۰۰ نشان می دهد که با افزایش عمق استغراق در گیاهان موجود در دشتهای سیلابی، ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) بطور غیر خطی افزایش می یابد. همچنین تحقیقاتی که جارولا و همکارانش در سال ۲۰۰۲ بر روی ضریب زبری گیاهان در دشتهای سیلابی نشان دادند که با افزایش عمق استغراق در گیاهان ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بصورت غیر خطی افزایش می یابد. با توجه به نتایج بدست آمده توسط محققین و صحت نمودار بدست آمده، نمودار تغییرات عمق استغراق در مقابل ضریب زبری دارسی-ویسباخ و مانینگ ( $n$ ) رسم شد. شکل (۷) نشان می دهد با افزایش عمق استغراق در سرعت‌های مختلف، ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بطور غیر خطی افزایش می یابد. همچنین شکل (۸) نشان می دهد با افزایش عمق استغراق در سرعت‌های مختلف، ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) نیز بطور غیر خطی افزایش می یابد. با توجه به نمودارهای بدست آمده می توان نتیجه گرفت که افزایش عمق استغراق در گیاهان باعث می گردد تا سطح تماس گیاه با جریان بیشتر شده و مقدار انرژی جذب شده توسط گیاهان بیشتر شود که نتیجه آن افزایش زبری گیاهان است. جهت بررسی اثر سطح تماس گیاه با جریان، عمق استغراق در مقابل سطح استغراق ( $a/A$ ) در شکل (۹) نشان داده شده است. با توجه به می توان نتیجه گرفت با افزایش عمق استغراق، سطح استغراق و یا بعبارت دیگر مقدار انرژی جذب شده در سرعت‌های مختلف افزایش می یابد.



شکل ۷- تغییرات عمق استغراق با ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ )



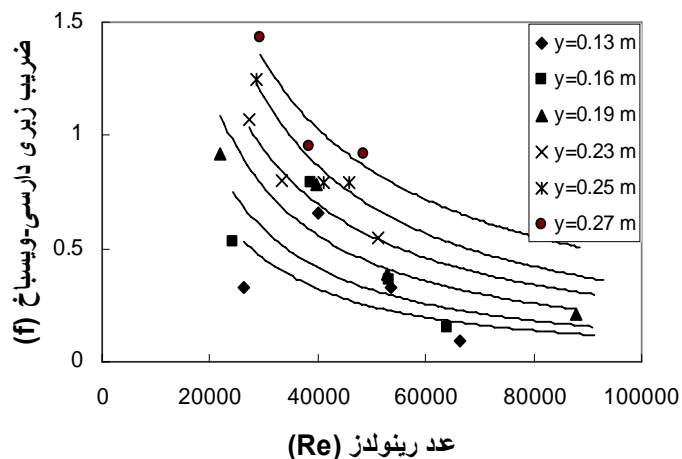
شکل ۸- تغییرات عمق استغراق با ضریب زبری مانینگ ( $n$ )



شکل ۹- تغییرات عمق استغراق ( $y/H$ ) با سطح استغراق ( $a/A$ )

### عدد رینولدز

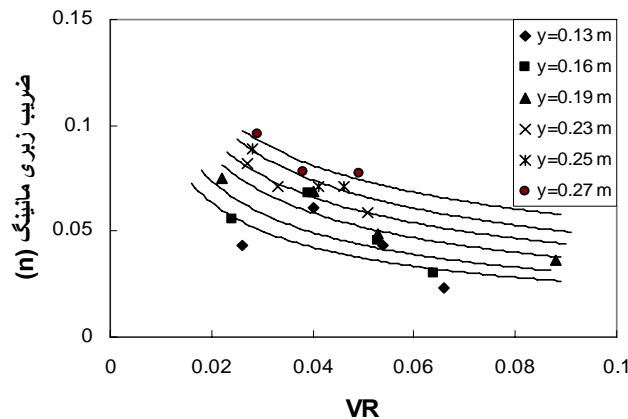
جهت بررسی تغییرات زبری با عدد رینولدز در گیاه گز رودخانه ای روند تغییرات عدد رینولدز را در مقابل ضرایب زبری در عمق های مختلف ترسیم گردید. تحقیقات انجام گرفته توسط جارولا و همکارانش در سال ۲۰۰۲ بر روی ضریب زبری گیاهان در دشتهای سیلابی نشان داد که با افزایش عدد رینولدز در گیاهان ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بصورت غیر خطی کاهش می یابد. با توجه به نتایج بدست آمده توسط محققین، نمودار تغییرات عدد رینولدز در مقابل ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) رسم شد. شکل (۱۰) نشان می دهد با افزایش عدد رینولدز در عمق های مختلف، ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ ) بطور غیر خطی کاهش می یابد. با توجه به نمودارهای بدست آمده می توان نتیجه گرفت که با توجه به اینکه افزایش عدد رینولدز در اثر افزایش سرعت متوسط جریان ایجاد می گردد در اینصورت افزایش عدد رینولدز باعث همسو شدن گیاهان در مسیر جریان شده و در نتیجه باعث کاهش زبری در گیاهان می گردد.



شکل ۱۰- تغییرات عدد رینولدز با ضریب زبری دارسی-ویسباخ ( $f$ )

### حاصلضرب سرعت در شعاع هیدرولیکی ( $VR$ )

جهت بررسی تغییرات زبری با حاصلضرب سرعت در شعاع هیدرولیکی ( $VR$ ) در گیاه گز رودخانه ای، روند تغییرات  $VR$  را در مقابل ضرایب زبری در عمق های مختلف ترسیم گردید. تحقیقات انجام گرفته توسط کاون و فتیحی مقدم در سال ۲۰۰۰ و ری و پالم در سال ۱۹۴۹ بر روی ضریب زبری گیاهان در دشتهای سیلابی نشان داد که با افزایش  $VR$  در گیاهان ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) بصورت غیر خطی کاهش می یابد. با توجه به نتایج بدست آمده توسط محققین و صحت نمودار بدست آمده، نمودار تغییرات  $VR$  در مقابل ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) رسم شد. شکل (۱۱) نشان می دهد با افزایش  $VR$  در عمق های مختلف، ضریب زبری مانینگ ( $n$ ) بطور غیر خطی کاهش می یابد. با توجه به نمودارهای بدست آمده می توان نتیجه گرفت که کاهش ضریب زبری مانینگ بدلیل همسو شدن گیاهان در مسیر جریان با اضافه شدن سرعت و شعاع هیدرولیکی است.



شکل ۱۱- تغییرات  $VR$  با ضریب زبری مانینگ ( $n$ )

### نتیجه گیری

نتایج کلی این تحقیق نشان می دهد که:

- ۱- اندام بیرونی گیاه گز بدلیل زبری، تاثیر زیادی بر کاهش سرعت دارد.
- ۲- گیاه گز پوشش مناسبی جهت حفاظت از سواحل و جلوگیری از فرسایش کناره ای است.
- ۳- ضرایب زبری گیاهان تابعی از شرایط جریان نظیر سرعت، عمق و شعاع هیدرولیکی و همچنین تابعی از نوع و پوشش گیاهی است.
- ۴- در پوشش گیاهی غیر مستغرق ضرایب دارسی-ویسباخ ( $f$ ) و مانینگ ( $n$ ) با افزایش سرعت جریان بطور غیر خطی کاهش می یابند.
- ۵- در پوشش گیاهی غیر مستغرق ضرایب دارسی-ویسباخ ( $f$ ) و مانینگ ( $n$ ) با افزایش عمق جریان و عمق استغراق بطور غیر خطی افزایش می یابند.
- ۶- افزایش عدد رینولدز ( $Re$ ) در پوشش گیاهی غیر مستغرق باعث کاهش غیر خطی ضرایب دارسی-ویسباخ ( $f$ ) و مانینگ ( $n$ ) می گردد.
- ۷- رابطه بین  $VR$  و ضریب زبری مانینگ گیاهان ( $n - VR$ ) بطور غیر خطی است و با افزایش حاصلضرب سرعت متوسط جریان و شعاع هیدرولیکی، ضریب زبری مانینگ گیاهان کاهش می یابد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از مساعدت دانشگاه شهیدچمران اهواز، سازمان آب و برق خوزستان، و مرکز تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تشکر و قدردانی میگردد.

### منابع مورد استفاده

- 1- Cook, H. L., (1938). "Spartanburg hydraulic laboratory". Civil Eng. 8:653-655
- 2- Cook, H. L., and Campbell, F. B., (1939). "Characteristics of some meadow strip vegetation". Agricultural Engineering 20:345-3481
- 3- Li, R., M., Shen, H.W. (1973). "Effect of tall vegetations on flow and sediment". Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 99 (5):739-814
- 4- Kouwen, N. (1992). "Modern approach to design of grassed channels." J. Irrig. And Drain. Engrg., ASCE, 118(5):733-743
- 5- Chiew, Y. (1992). "Friction resistance of overland flow on tropical turfed slop." 118(1):92-97
- 6- Freeman, G.E., Rahmayer, W. and Derrick, D.L. (1998). "Manning n values for floodplain with shrub and woody vegetation." In: [http://www.r2d-eng.com/download/USCID\\_98\\_pap.pdf](http://www.r2d-eng.com/download/USCID_98_pap.pdf)
- 7- Kouwen, N., Fathi-Moghadam, M. (2000). "Friction factors for coniferous trees along rivers". Journal of Hydraulic Engineering 126(10): 732-740.
- 8- Stephan, U. (2001). "Zum Fliesswiderstandsverhalten flexibler Vegetation". Technische Universität Wien, PhD thesis, Fakultät für Bauingenieurwesen, p. 165
- 9- Fathi-Moghadam, M. (2006). "Effects of Land slop and flow depth retarding flow in Non-submerge vegetated Land". Journal of Agronomy, 5(3):536-540
- 10- Fathi-Moghadam, M. (2007). "Physical properties of tall Vegetation for resistance to flow". Journal of Agronomy, 5 (5): 236-241.