بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی عمران و معماری

گروه عمران

بررسی میزان انتقال رسوب در رودخانه های با بستر شنی

دانشجو : میلاد نقیبی نیشابوری

استاد راهنما

دکتر سید فضل اله ساغروانی

استاد مشاور

دکتر امیر اظهری

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تیرماه سال ۱۳۹۰

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که در تمامی صحنه های زندگی یار و یاور و پشتیبان من بوده اند

با تشکر از زحمات پدرانه و بی شائبه جناب آقای دکتر ساغروانی و

راهنمایی های ارزنده جناب آقای دکتر اظهری که بی شک بدون زحمات

ایشان این اثر بی ثمر می ماند.

چکیده فارسی

رودخانه های موجود در طبیعت را می توان با توجه به اندازه ذرات سطح بستر به دو دسته شنی و ماسه ای تقسیم کرد. با توجه به غیر یکنواخت بودن ذرات در رودخانه های شنی برای بررسی میزان انتقال رسوب در آنها با چالش های بیشتری در مقایسه با رودخانه های ماسه ای روبرو هستیم. همچنین با توجه به خصوصیات جریان نیز رودخانه ها را به دو گروه فصلی و دایمی طبقه بندی می کنند. رودخانه های دایمی عموما در مناطق مرطوب وجود داشته و آب معمولا در تمام طول سال در آنها جریان دارد. تنش برشی و دبی عبوری از آنها کم و میزان بار بستر منتقل شده در آنها پایین است. یکی از خصوصیات بارز این رودخانه ها وجود لایه درشت دانه بر روی لایه زیرین می باشد که به لایه پوششی موسوم است. این لایه درشت دانه از مصالح بستر در مقابل شستگی محافظت می کند. در رودخانه های فصلی که در مناطق خشک و نیمه خشک به وجود می آیند، شاهد تعداد کمی سیلاب در طول سال هستیم. این سیلاب ها در مدت زمان کوتاهی با دبی بالا اتفاق افتاده و تنش برشی بالایی را در بستر ایجاد می کند. بنابر این میزان بار بستر منتقل شده در این رودخانه ها بالاست. تا کنون روابط زیاد و معروفی برای تخمین میزان انتقال رسوب در رودخانه های شنی ارائه شده که همگی یا دارای خطای زیادی بوده و یا از جامعیت برخوردار نیستند. همچنین بیشتر محققین برای از میانگین قطر ذرات بستر به عنوان نماینده ذرات بستر رودخانه در تمامی لحظات استفاده کرده اند که به نظر دارای خطای زیادی خواهد بود. در این تحقیق از اطلاعات به دست آمده از رودخانه های اوک کریک و نهال یاتیر برای تخمین میزان انتقال رسوب در رودخانه های با بستر شنی استفاده شده. این روابط به صورت بی بعد و با استفاده ا ز رگرسیون غیر خطی به دست آمده است. رودخانه اوک کریک یک رودخانه دایمی و دارای تنش برشی کم و رودخانه نهال یاتیر رودخانه ای فصلی دارای تنش برشی بالا می باشد که مجموعا رنج وسیعی از تنش برشی را در بر می گیرد و دارای جامعیت قابل قبولی می باشد. دراین روابط برای بی بعد کردن تنش برشی و بار بستر از میانگین ذرات

موثر در هر لحظه استفاده شده است. در این تحقیق رابطه ای ارائه شده که در هر لحظه اندازه قطر میانگین ذرات بستر را نشان می دهد. در ادامه خطای رابطه پیشنهادی با استفاده از روش خطای میانگین محاسبه شده است. روابط معروف انتقال رسوب نیز مورد بررسی قرار گرفته است و با خطای آنها نیز با همان روش به دست آمده است. در نهایت مقایسه ای بین روابط معروف انتقال رسوب و رابطه پیشنهادی خطای کم و کارایی رابطه پیشنهادی را نشان می دهد.

کلمات کلیدی : بار بستر ، انتقال رسوب ، تنش برشی ، دبی عبوری ، لایه پوششی ، لایه زیرین ، رگرسیون غیر خطی

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه :

۱- نقش تنش برشی در شکل گیری لایه محافظ رودخانه ها –هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران ، شهریور ۱۳۹۰ دانشگاه صنعتی شاهرود

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه	۱
۱-۱ اهداف	۳
۱-۲ ساختار تحقیق	۳
فصل ۲: ساختار بستر رودخانه و نحوه انتقال بار بستر	۵
۲-۲ ساختار بستر رودخانه	۸
۲-۲-۱ لایه پوششی در رودخانه های دائمی	۸
۲-۲-۲ جداشدگی دانه ها در رودخانه های فصلی	۱۲
۲-۲-۳ قدرت جریان و ساختار بستر رودخانه	۱۸
۲-۳ انتقال رسوب بستر	۲۰
۲-۳-۱ تغییرات اندازه میانگین دانه بندی رسوبات	۲۰
۲-۳-۲ معادله عمومی انتقال رسوبات بستر	۲۲
۲-۳-۳ راندمان انتقال رسوبات بستر	۲۳
۲-۴ نتیجه گیری	۳۲
فصل ۳: ارایه رابطه ی جدید برای براورد میزان انتقال رسوب	۳۵
۳-۱ مقدمه	۳۶
۳-۲ روش های استخراج روابط انتقال رسوب	۳۶

۳-۲-۱ روش اول استفاده از آنالیز ابعادی ۳۷
۳-۲-۲ روش دوم استفاده از اطلاعات به دست آمده از رودخانه های مختلف ۴۳
۳-۳ استفاده از اطلاعات رودخانه های اوک کریک و نهال یاتیر ۴۹
۳-۳-۱ یک رابطه ی کلی برای تمام رودخانه ها اعم از دایمی و فصلی ۵۲
۳-۳-۱-۱ پارامترهای موثر ۵۲
۳-۳-۱-۱-۱ آنالیز ابعادی به روش پی-باکینگهام برای شناسایی پارامتر های بی بعد موثر ۵۴
۳-۳-۱-۲رودخانه اوک کریک ۵۶
۳-۳-۱-۳ رودخانه نهال یاتیر ۵۷
۳-۳-۱-۴ رابطه نهایی ۵۸
۳-۴ معرفی پارامتر جدید قطر متوسط موثر(D_{50e}) ۵۸
۳-۵ میزان لایه پوششی بستر با توجه به روابط رودخانه های نهال یاتیر و اوک کریک ۶۱
۳-۶ تطبیق رابطه بدست آمده برای انتقال رسوب با سایر رودخانه ها ۶۴
۳-۶-۱ جمع بندی روش ارایه شده و تطبیق آن با سایر رودخانه ها ۶۵
۳-۶-۲ بررسی خطای رابطه پیشنهادی ۶۸

فصل ۴: بررسی برخی نگرش ها در برآورد میزان انتقال رسوب ۷۲
۴-۱ بررسی نگرش ها ۷۳
۴-۱-۱ روش اول ۷۳
۴-۱-۲ روش دوم ۷۴
۴-۲ بررسی خطا ها ۷۶

فصل ۵: نتایج و پیشنهادات ۷۷

۵-۱ نتایج ۷۸

۵-۲ پیشنهادات ۸۱

منابع ۸۲

فهرست اشکال

شکل (۲-۱)- ساختار بستر در رودخانه‌های با بستر شنی دائمی و موقتی ۹

شکل (۲-۲)- مدل مفهومی توصیف کننده تغییرات شکل بستر رودخانه ها ۱۱

شکل(۲-۳)- A)رودخانه *Nahal Herbon* B)رودخانه *Nahal Og* ۱۷

شکل (۲-۴) تغییرات $D_{50\,sub} / D_{50\,L}$ نسبت به تنش شیلدز نرمال شده، ϕ_{50} ۲۱

شکل(۲-۵)- بار بستر منتقل شده بر حسب قدرت جریان ۲۴

شکل (۲-۶)- بار بستر منتقل شده بر حسب قدرت جریان در رودخانه های مختلف ۲۷

شکل(۲-۷)- نمودار تنش برشی بی بعد بر حسب بار بستر بی بعد منتقل شده مربوط به شش رودخانه ۳۲

شکل(۳-۱)-نمودار رابطه m_i با D_i / D_{50} ۴۰

شکل(۳-۲)- نمودار w_i^* بر حسب $\tau_i^{*(\frac{D_i}{D_{50}})^{.3214}}$ ۴۱

شکل(۳-۳)-نمودار w_i^* بر حسب $\phi_i^{(\frac{D_i}{D_{50}})^{.3214}}$ ۴۲

شکل(۳-۴)-پنج ایستگاه مورد برسی امت ۴۶

شکل(۳-۵)- بار بستر منتقل شده بر حسب دبی عبوری از رودخانه برای پنج ایستگاه ذکر شده- امت ۴۸

شکل(۳-۶)- تنش برشی بر حسب بار بستر منتقل شده برای دو رودخانه اوک کریک و نهال یاتیر ۴۹

شکل(۳-۷)- بار بستر بر حسب زمان در رودخانه اوک کریک ۵۲

شکل (۳-۸)- دبی جریان بر حسب زمان در رودخانه اوک کریک ۵۲

شکل(۳-۹)- بار بستر بر حسب زمان در رودخانه نهال یاتیر ۵۳

شکل (۳-۱۰)- دبی جریان بر حسب زمان در رودخانه نهال یاتیر ۵۳

شکل(۳-۱۱)- تنش برشی بی بعد بر حسب رسوبات منتقل شده بی بعد در رودخانه اوک کریک ۵۶

شکل(۳-۱۲)- تنش برشی بی بعد بر حسب رسوبات منتقل شده بی بعد در رودخانه نهال یاتیر ۵۷

شکل(۳-۱۳)- بار بستر بی بعد بر حسب میانگین اندازه ذرات بی بعد رودخانه های اوک کریک و نهال یاتیر ۶۱

شکل(۳-۱۴)- بار بستر منتقل شده بر حسب اندازه میانگین موثر ذرات مربوط به رودخانه ساژن کریک ۶۶

شکل(۳-۱۵)-بار بستر منتقل شده بر حسب اندازه میانگین موثر ذرات مربوط به رودخانه البو ریور ۶۶

شکل(۳-۱۶)- بار بستر منتقل شده بر حسب اندازه میانگین موثر ذرات مربوط به رودخانه جاکوبی ریور ۶۷

شکل(۳-۱۷)- بار بستر محاسبه شده با استفاده از رابطه پیشنهادی و آزمایشات بر حسب تنش برشی در حالت بعد دار ۶۸

شکل(۴-۱)- D^*_{50e} بر حسب رسوبات منتقل شده بی بعد در رودخانه اوک کریک ۷۵

فهرست جداول

جدول(۲-۱) ویژگی های رودخانه های با بستر شنی ۱۳

جدول(۲-۲) خصوصیات رودخانه‌های نهال هربد و نهال اگ ۱۶

جدول(۲-۳)- مشخصات رودخانه های مقایسه شده توسط *Reid* و*Larrone* در سال ۱۹۹۵ ۲۹

جدول(۳-۱)- پارامتر های ارایه شده توسط پارکر و پارامتر های اصلاحی دیپلاس ۳۹

جدول(۳-۲)- مشخصات مربوط به ایستگاه های آزمایش شده توسط امت در سال ۲۰۰۰ ۴۴

جدول(۳-۳)- جدول ضرایب رابطه ی امت برای پنج ایستگاه آزمایش شده ۴۷

جدول(۳-۴)- مشخصات برخی از رودخانه های آزمایش شده که میزان لایه پوششی بستر آنها را نشان میدهد ۵۱

جدول(۳-۵)- ابعاد پارامتر های مهم در انتقال رسوب ۵۴

جدول(۳-۶)-مشخصات رودخانه های ساژن کریک، البو ریور و جاکوبی ریور ۶۵

جدول(۴-۱)- مشخصات رودخانه های آزمایش شده ۷۶

جدول(۵-۱)- خطاهای روابط معروف انتقال رسوب و رابطه پیشنهادی(کلیه خطا ها از روش خطای میانگین به دست آمده است) ۸۰

فصل اول

مقدمه

رودخانه‌های با بستر شنی ویژگی‌هایی دارند که آنها را از رودخانه‌های ماسه‌ای متمایز کرده و باعث ایجاد مسائل و چالش‌هایی در تحلیل آنها می‌شود. یکی از مهمترین این ویژگیها، نوع مصالح موجود دربستررودخانه‌های شنی است. در رودخانه‌های ماسه‌ای، مصالح بستر یکنواخت هستند در حالیکه در رودخانه‌های شنی عموماً یک لایه درشت‌دانه روی لایه‌های ریزدانه زیرین را می پوشاند. اگرچه این لایه سطحی دربرگیرندۀ تمامی اندازه‌های موجود در مصالح لایه زیرین است اما وجود دانه‌های بزرگتر با نسبت‌های بالاتر مشهود است. رودخانه‌های شنی، اعم از دایمی و هم فصلی، را می‌توان با خصوصیات جریان یا با مصالح موجود در بستر آنها طبقه‌بندی نمود. رودخانه‌های دائمی، آب را معمولا با دبی های کم در طول سال حمل می‌کنند، در حالیکه رودخانه‌های فصلی، که عموماًدر شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک یافت می‌شوند، دارای دبی‌های بسیار بالا در طول گذر سیلابها هستند. از نظر مصالح موجود در بستر رودخانه‌های شنی نیز این رودخانه‌ها به دو شکل رودخانه‌های با مصالح بستر تک‌مدی و دومدی تقسیم می‌شوند. رودخانه‌های با مصالح بستر تک‌مدی دارای توزیع دانه‌بندی با تنها یک مد هستند ولی درررودخانه‌های با مصالح بستر دو مدی، دو مد مشهود است، یکی برای قسمت ماسه‌ای و دیگری برای قسمت شنی.

متغیر بودن رودخانه‌های شنی، پیش بینی نرخ انتقال رسوبات بستر را با مشکل روبرو می‌سازد. علی رغم وجود روابط فراوان برای انتقال بار بستر، هنوز مباحث فراوان و قابل ملاحظه‌ای درباره عملکرد آنها وجود دارد. برای مثال، مسأله وجود پارامتر اندازه دانه‌بندی در روابط انتقال رسوب بستر شنی هنوز یکی از مسائل مورد بحث و مناظره بین محققین است. استفاده از پارامتر اندازه میانگین ذرات یا هر پارامتر دیگر آماری در روابط استفاده شود به نحوی که هیچگونه تفاوتی بین مصالح سطح و زیر سطحی قایل نشود به نوعی سؤال برانگیز است. توزیع دو مدی که در برخی مصالح دیده می‌شود نیز باعث پیچیدگی بیشتر

مسأله می‌شود زیرا توجیه تحلیل عملکرد دو نوع دانه بندی مجزای ماسه و شن، بوسیله یک مقدار واحد برای دانه بندی کار موجهی نمی تواند باشد.

این تحقیق روی انتقال بار بستر در رودخانه‌های با بستر شنی متمرکز گردیده است و در آن به بررسی رفتار مصالح انتقال یافته روی بستر شنی در شرایط آستانه حرکت از یک دبی پایین، که عموماً در رودخانه‌های دائمی وجود دارد، به سمت دبی‌های بالاتر، که در مواقع سیلابی اتفاق می‌افتد و در رودخانه‌های فصلی متداول است، پرداخته می‌شود. در این تحقیق انتقال رسوب رودخانه‌های با بستر شنی دارای رسوبات تک‌مدی مورد بررسی قرار گرفته است .

۱-۱ اهداف

اهداف اصلی این تحقیق عبارتند از:

۱. بررسی انتقال بار بستر در رودخانه‌های شنی دائمی و موقتی، ارائه یک روش توصیفی در مورد تفاوت‌های آنها و تلاش جهت یکسان‌سازی چگونگی استفاده از اطلاعات انتقال بار کلی بستر آنها.
۲. بیان و ارزیابی چند نگرش جدید در بدست آوردن روابط حاکم بر انتقال رسوب.
۳. بیان یک رابطه ی نهایی و جدید برای رودخانه‌های شنی با رسوبات تک‌مدی.
۴. مقایسه این رابطه با روابط معروف انتقال رسوب.

۱-۲ ساختار تحقیق

این نوشتار به سه بخش عمده تقسیم می‌شود. در بخش اول (فصل‌دوم: ساختار بستر رودخانه و انتقال رسوب)، تفاوت‌های آشکار بین رودخانه‌های شنی دائمی و فصلی به دو شکل بوسیله ساختار جریان بستر و راندمان انتقال رسوبات بستر کلاسه بندی می‌شوند. ساختار مصالح بستر رودخانه‌های دائمی بوسیله اندازه دانه‌های آنها به دو بخش سطحی (درشت دانه‌تر) و زیرین(ریز دانه‌تر) تقسیم‌بندی می‌شود در حالیکه در برخی از رودخانه‌های فصلی ممکن است پدیده‌ای بر عکس اتفاق بیفتد، یعنی لایه‌ای با مصالح ریزدانه به

عنوان یک لایه پوششی روی رسوبات درشت دانه قرار گیرد. چگونگی شکل‌گیری لایه سطحی ریزتر با مراجعه به پروسه مکانیکی آن توصیف خواهد شد. از طرفی، سری اطلاعات و داده‌های موجود درباره انتقال بار بستر نشان‌دهنده آنست که این دو نوع رودخانه دارای راندمان های متفاوت انتقال رسوب هستند که به اختلاف موجود در بستر کانال نسبت داده می‌شوند. علی‌رغم این، این تحقیق نشان می دهد که با ارائه به شکل بی‌بعد تنش های برشی و بار بستر منتقل شده، بعضی از پارامترها برای مقادیر کوچکتر جریان در رودخانه‌های فصلی با مقادیر بزرگتر جریان در رودخانه‌های دائمی همپوشانی دارد. بنابراین نشان داده می‌شود که داده‌های انتقال بار بستر هر دو نوع رودخانه ممکن است یک زنجیره را تشکیل داده و رابطه ای واحد برای هر دوی آنها دور از ذهن نیست.

در بخش دوم (فصل‌سوم: انتقال رسوب در رودخانه‌های با بستر شنی دارای رسوبات تک‌مدی)، یک رابطه تجربی برای رودخانه‌های با بستر شنی پیشنهاد خواهد شد. در این قسمت می‌خواهیم از اندازه میانگین موثر ذرات به عنوان نماینده آنها استفاده می شود. از مجموعه ای از اطلاعات بار بستر موجود رودخانه‌های شنی با رسوبات تک مدی برای آزمایش دقت روابط استفاده خواهد شد. ضمناً مقایسه‌ای نیز بین سایر روابط انتقال بار بستر، که معمولاً برای رودخانه‌های شنی مورد استفاده قرار می‌گیرند، با فرمول پیشنهادی ارائه می‌گردد.

سومین بخش در فصل چهارم تحلیل مختصری از برخی نگرش ها که در تحلیل میزان انتقال رسوب در رودخانه های با بستر شنی قابل طرح است، انجام گرفته است. در این فصل نگرش تک رودخانه ای و استفاده از مد ذرات به عنوان نماینده آنها مختصری شرح داده شده است و خطا های آنها نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در واقع این نگرش ها پایه و پلی است برای رسیدن به نگرش اصلی که در فصل سوم به صورت مفصل به آن پرداخته خواهد شد.

فصل دوم

ساختار بستر رودخانه و نحوه انتقال بار بستر:

دیدگاهی واحد در رودخانه های با بسترشنی

دائمی و فصلی

۲-۱- مقدمه

رودخانه‌های شنی دائمی عموماً دارای یک لایه سطحی هستند که درشت دانه‌تر از لایه زیرین خود هستند(*Parker and Klingeman*, 1982). اگرچه این لایه سطحی درشت‌دانه دارای تمامی اندازه های موجود در لایه زیرین است ولی عمدتا درصد وزنی دانه‌های بزرگتر بیشتر از ریز دانه ها می باشد (*Diplas, 1987; Parker et al., 1982*). این تفکیک و تغییر در راستای قائم در اندازه ذرات باعث ایجاد پیچیدگی‌ها و مشکلاتی در انتخاب لایه مناسب به عنوان لایه اصلی برای استفاده درروابط انتقال رسوب و محاسبه نرخ انتقال آن ایجاد می کند(*Parker, 1990*). مشاهدات اخیر از رودخانه‌های شنی فصلی، که عموماً در نواحی خشک و نیمه‌خشک یافت می‌شوند الگوی پیچیده‌ای را نشان می‌دهد. در بعضی موارد پدیده‌ای معکوس اتفاق می‌افتد، یعنی لایه‌ای ریزتر به عنوان پوشش برای رسوبات درشت‌دانه‌تر عمل می کند(*Reid et al, 1995; Laronne et al, 1994*). شدت زیاد و مدت کوتاه سیلاب اغلب منجر به ایجاد رواناب سریع و کوتاه‌مدت در این مناطق می شود(*Wheater et al, 1991*). از آنجا که سطح آب زیرزمینی پایین‌تر از کف رودخانه است، این رودخانه ها بوسیله منابع آب زیرزمینی تغذیه نمی‌شوند. همچنین پدیده‌های نفوذ و افت آب در آن ها اتفاق می افتد. در نتیجه، رودخانه‌های فصلی به جز برای دوره زمانی کوتاه مدت سیلاب‌ها، خشک باقی می‌مانند. محققین زیادی بر تفاوتهای بین رودخانه‌های شنی دائمی و فصلی تأکید کرده‌اند و اظهار داشته‌اند که این دو رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهند (*Laronne & Reid, 1995*). آنها در سال ۱۹۹۵ مشاهده نمودند که تحت شرایط یکسان جریان رودخانه‌های فصلی عمدتاً دارای نرخ انتقال رسوب واحد بالاتری هستند. رییید و همکارانش (*Reid et. al., 1995*)تعداد زیادی از معادلات انتقال رسوب بستر را مورد مقایسه قرار دادند. آنها عمدتاً از داده ها و اطلاعات رودخانه های دائمی و نتایج آزمایشگاهی استفاده کردند، اما یک سری از داده ها و اطلاعات میدانی را در طول یک دوره سیلاب سریع

و زودگذر در رودخانه نهال یاتیر[1](رودخانه ای فصلی در غرب خاورمیانه) جمع آوری نمودند. آنها برخی از روابط ارایه شده که بیشتر مورد توجه مهندسان و مورفولوژیست ها بود را با استناد به اطلاعات به دست آمده از همین رودخانه مشخص گردید که رابطه پیشنهادی میر- پیتر و مولر پاسخ های رضایت بخشی در مقایسه با سایر روابط ارایه می کند.

اگر c مقادیر رسوب محاسبه شده و o مقادیر رسوب اندازه گیری شده باشند بر اساس آن ابتدا رابطه میر-پیتر و مولر ($\frac{c}{o}=1.18$) بعد از آن رابطه ی پارکر ($\frac{c}{o}=.78$) قرار دارد که مقداری کم میزان رسوب را تخمین میزند در آخر نیز رابطه بگنولد (*Bagnold,1973*) است که میزان رسوب را به میزان قابل توجهی پایین تخمین زده است ($\frac{c}{o}=.44$).

شاید یکی از دلایل کارکرد مناسب رابطه میر-پیتر و مولر این است که این رابطه در فلوم آزمایشگاهی بدست آمده و رسوبات کف آن یکنواخت و تا حدودی شبیه رسوبات رودخانه نهال یاتیر می باشد. در کل این روابط نیز در دبی های اندازه گیری شده قابل استناد هستند و از جامعیت برخوردار نمی باشند.

بالاتر بودن نرخ انتقال رسوب در رودخانه های فصلی مربوط است به فراوانی ظاهری رسوبات که نوعاً در سیستم رودخانه‌های فصلی دیده می‌شود. رییدو همکارانش (*Reid et. al., 1996*) و نیز پاوول و همکارانش (*Powell et.al.,1998*) اظهار داشتند که افزایش قدرت حمل رسوب در رودخانه های فصلی باعث تضعیف شکل گیری لایه محافظ پوششی[2] شده و در عوض باعث ریزدانه‌شدن مصالح لایه سطحی بستر می‌شوند. درردخانه های دایمی، درشت دانه تر شدن لایه سطحی ناشی از عدم تعادل موضعی بین رسوبات ورودی و توانایی رودخانه در انتقال بیشتر مقادیر بار بستر می باشد (*Dietrich et al, 1989*). با دانستن شرایط هیدرولوژیکی متفاوت شکل گیری این دو نوع رودخانه، می توان انتظارداشت که

[1] *Nahal yatir*
[2] *Armoured layer*