حصاد المياه من الطرق في اليمن

مذكرة إرشادية

أعدها باللغة الانجليزية:

د. فرانك فان ستين برج (ميتا ميتا)،
د. شرف الدين عبدالله احمد صالح (مركز المياه والبيئة، جامعة صنعاء)
م. محمد الأبيض (صندوق صيانة الطرق - وزارة الأشغال العامة والطرق - حكومة اليمن)،
وبمساهمة كيفلي ولديقلي (ميتا ميتا)

ترجمها الى العربية :

د. شرف الدين عبدالله احمد صالح (مركز المياه والبيئة، جامعة صنعاء)

م. محمد الأبيض (صندوق صيانة الطرق - وزارة الأشغال العامة والطرق)

يناير 2015

المحتويات

الاختصارات 3
المقدمة 4
عمل حالة لتكون 'طرق لأجل المياه" 4
نطاق حصاد المياه من الطرق 5
التعاون المؤسسي 6
عملية تخطيط شاملة 6
إشراك المجتمع 6
إرشادات للتصميم 7
التقنيات الرئيسية 8
النتائج والتوصيات 21
المصادر الاضافية / الادوات 22
المراجع 22

Abbreviations الإختصارات

MOPH	Ministry of Public Works and Highways وزارة الاشغال العامة والطرق
RMF	Road Maintenance Fund صندوق صيانة الطرق
RAP	Rural Access Project مشروع التنمية الريفية
CRU	Community Road Unit وحدة طرق المجتمع
SFD	Social Fund for Developmemt الصندوق الاجتماعي للتنمية
PWP	Public Works Project مشروع الاشغال العامة

مقدمة

اليمن تصنف بين الخمس البلدان الاكثر شحة في المياه، وجميع الجهود المبذولة مطلوبة للحفاظ على الموارد المائية في اليمن. وهناك تاريخ من الإبداع العظيم في الحفاظ على المياه في اليمن. وتعتزم هذه المذكرة التوجيهية المساهمة في الحفاظ على المياه وتوفير مصادر مياه إضافية خصوصا في المناطق الريفية.

وتناقش هذه المذكرة حصاد المياه من الطرق المختلفة وتخزينها اوإعادة تغذية المياه الجوفية منها – وكذلك الاستفادة من الاستثمار في تطوير الطرق وإعادة تأهيلها لتأمين موارد للمياه المحلية. وكما تناولت مناقشة رؤية جعل أغراض متعددة للطرق: فبينما الطرق توفر خدمات النقل والاتصالات، فإنها في نفس الوقت يمكن أن تساهم في تأمين مصادر مياه وتسهل السيطرة على الفيضانات والتخفيف الإنجراف. وبهذه الطريقة يمكن للاستثمار العالي في الطرق الرابطة في اليمن أن يجعل لها تأثير أوسع بكثير على سبل المعيشة والتنمية الاقتصادية.

وقد تم إعداد المذكرة التوجيهية كمساهمة في مشروع التنمية الريفية. هذا المشروع - المقرر أن يبدأ التنفيذ في عام 2015 – ويتضمن مكون هام في تطوير طرق الريفية الفرعية (طرق الوصول الى القرى)، حيث فرص حصاد المياه من الطريق يجب أن يتم بطرق حصاد منظمة . ومع ذلك، المذكرة التوجيهية، ترمي المساهمة أيضا في نطاق البرامج الأخرى العاملة بتطوير الطرق ، بما في ذلك وزارة الأشغال العامة والطرق ، الصندوق الإجتماعي للتنمية ، وحدة الطرق المجتمعية، صندوق صيانة الطرق ومشروع الأشغال العامة – والتي تتفاوت درجة تدخلاتها من الطرق الريفية الفرعية إلى الطرق السريعة الجديدة.

عمل حالة لتكون "طرق لأجل المياه "

والحجة للجمع بين الاستثمارفي الطرق مع حصاد المياه اصبحت قوية. **والفوائد الرئيسية لإنشاء طرق مُرَشِدة للمياه هي**:

• **<u>تقليل الأضرار التي تلحق بالطرق</u>** - الماء هو العامل الرئيسي الذي يسبب الاضرار للطرق. وهذه الأضرار ممكن ان تأخذ عدة أشكال منها: الجريان السطحي (السيول) تلحق أضرار مباشرة بالطرق، وانجراف المنحدر السفلى وتآكله يؤثر على مسار الطريق أوقد يقوم السكان المحليين بإجراء تعديلات على الطرق وذلك لجمع المياه، إلا ان هذا يعمل على تضرر الطرق. ولهذا ففهم سلوك الجريان السطحي بالتوافق مع مسار الطريق ومنشآت تصريف الطريق، ومياه العيون، والجريان التحت سطحي والأراضي، و خصائص التربة، ممكن أن يقلل من تكاليف صيانة الطرق، وتؤدي إلى تقليل انقطاعات حركة المرور. ولذلك فإن التخطيط الآمن للطريق المُرافق لمنشآءات حصاد المياه بالقرب من جسم الطريق، أيضا سوف يمنع الأضرار الإنشائية على الطرق.

• **<u>منع أضرار الأراضي الزراعية، وخصوصا تقليل انجراف التربة وتكون الأخاديد</u>**. الطرق بشكل كبير تعيق أنماط الصرف الطبيعي وتعمل على تركيز الجريان من خلال توجيهه عبر عدد محدود من العبارات ومنشآت التصريف الأخرى. وإذا لم تنفذ بشكل جيد فإن هذا قد يؤدي تآكل وانجراف الطريق، وخاصة في المناطق التي تكون فيها التربة سميكة نسبيا. ,وتطورالأخاديد قد تؤدي إلى حفرالارض الطبيعية وإستنزاف رطوبة التربة.

• **<u>منع الفيضانات.</u>** إذا لم تتم ادارة المياه المتدفقة من الطرق والفيضانات المحلية ونتائج ترسيب الرمال غير المتحكم فيها ، فقد تؤثر هذه على معيشة الذين يعيشون بالقرب من الطرق. ولكن ردميات الطريق إذا نفذت جيدا ممكن ان تقسم مستجمعات المياه إلى اجزاء مستقلة وتقلل الضرر. وهذه الردميات ممكن أن تستخدم لتغيير أنماط الجريان في المصب المائي وتخفيف سرعتها والتخفيف تدفق الفيضانات. وإذا لم تنفذ هذه الردميات جيدا، فإن الطرق ومنشآت التصريف العرضي ممكن أن تتطور إلى ممرات لجريان الفيضانات، وتفاقم تأثير تدفقات الأمطارالغزيرة .

• **<u>الاكثر اهمية، هو إمكانية حصاد المياه من الطرق.</u>** وهذه العملية تحول التهديد إلى ثروة، فالمياه الناتجة عن تصريف الطريق أو من الينابيع التي يتم فتحها عند إنشاء الطرق اوالمياه و رطوبة التربة التي تحتفظ بها المعابر او الجسور السطحية وأسطح الطرق تعتبر موردا مائي قيما. حيث ان تجميع مياه الطرق لتغذية المياه الجوفية ممكن ان تساعد في إمدادات مياه الشرب، والتخزين المحلي للمياه يساعد في الزراعة وشرب الثروة الحيوانية ، وكما ان هذه المياه تساعد في الحفاظ على مستويات رطوبة التربة والسيطرة على مناسيب المياه الجوفية.

وهذه المذكرة التوجيهية بنيت على مسح استطلاعي لـ 250 كيلومتر من الطرق في اليمن، وملاحظة الفرص والتهديدات للـ "المياه من الطرق"، مع إجراء المقابلات مع المجتمعات على جانبي الطريق. (للحصول على منظر عام للطرق التي تم زيارتها انظر المرفق. 1). وقد وجد أن حصاد مياه الطرق قد أدخلت وعُرفت بنجاح في عدد من الأماكن.

وأن التغذية أو التخزين باستخدام الحفر وأنظمة الترشيح المستعارة، مثل الخنادق العميقة وبرك الترشيح التي تهدف إلى زيادة تغذية المياه الجوفية، وكذلك أنظمة التصريف الجانبي التي تستخدم في الري وتجميع الرمال، والبرك الترابية على جانبي الطريق هي بعض من التقنيات الموجودة بالفعل في البلاد. في نفس الوقت تستخدم جميع هذه الفرص متفرقة، بينماهناك وضع يمكن فيه الجمع بين تطوير الطرق وحصاد المياه بشكل منظم في اليمن.

زيادة الاستثمارات المتوقعة في البنية التحتية للطرق في اليمن تقدم فرصة هامة لإحداث تأثير واسع والحصول على طرق تساعد على تحسين توفير المياه. وهذه الوثيقة تصف كل من التوجهات والعمليات في الجمع بين تطوير الطرق وإدارة المياه، وكذلك كيف يمكن تعزيز حصاد المياه من الطرق من خلال تحسين تصاميم الطرق والوضع الممنهج للبنية التحتية لحصاد المياه على طول الطرق. وحالياً هناك عدد من هذه الفرص قد تم رصدها واستخدامها من قبل مهندسي الطرق المطلعين، وأصحاب الأراضي على طول الطرق، ولكن هذا ممكن القيام به بصورة منظمة أكثر - كجزء من برامج بناء الطرق الجديدة وكجزء من صيانة الطرق الموجودة.

نطاق حصاد المياه من الطرق

نطاق حصاد المياه من الطرق في اليمن واسع. حيث أن إنشاء الطرق هو هدف رئيسي من نفقات البنية التحتية العامة وتقوم بها العديد من المنظمات. مجموع الطرق الإسفلتية في اليمن برعاية وزارة الأشغال العامة والطرق المنفذة والمخطط لها في عام 2011– ملخصة فيما يلي. وبالإضافة إلى ذلك تم القيام بعمل كبير على الطرق الحصوية من قبل عدة وكالات (انظر الجدول 1 و 2)

جدول 1 : برنامج الطرق

نوع الطريق	طرق في طور البناء كم (km)	طرق منجزة كم (km)
طرق دولية	127	3693
طرق رئيسية	1015	5152
طرق ثانوية	4451	3512
طرق ريفية	4145	2971
اجمالي	9738	15328
المصدر MPWH 2011		

جدول 2 : برامج الطرق الحالية والجاري تنفيذها عن طريق الوكالات المختلفة

إجمالي ألإستثمار في الطرق الريفية من مختلف وكالات الطرق				
الوكالة	RAP[1]	PWP[2]	CRU[3]	SFD[4]
الفترة	2002 الى 2014	1996 إلى 2013	2008 إلى 2013	1999 إلى 2013
إجمالي ألإستثمار بالدولار الامريكي	351,905,000	25,972,628	10,726,428	103,504,869
اجمالي الطول بـ كم	2220	-	276	3534.43
الفترة	On-going	-	2014 to 2016	-
ألإستثمار المتوقع في الطرق الجاري تنفيذها بالدولار الامريكي	242,725,000	-	14,631,048	-
اجمالي الطول بـ كم لطرق الجاري تنفيذها	1021.7	-	247.3	-

Sources: 1- RAP, Procurement Unit; 2- PWP, IT Unit; 3- CRU, Monitoring Unit; 4- SFD, Rural Feeder Road Unit

بشكل عام في المرتفعات حيث المياه شحيحة جدا، هناك فرص كبيرة لحصاد المياه من العبارات والمصارف الجانبية لأغراض متنوعة. ففي العديد من المناطق التي توجد فيها احواض المياه الجوفية في الحجر الرملية وحوض المياه الجوفية في الترسبات الغرينية توجد العديد من الينابيع (المؤقتة)، وهذه تحتاج إلى حماية وصيانة عند بناء الطرق.

في الهضبة الوسطى بين المرتفعات والأراضي المنخفضة هناك الكثير من الآبار السطحية بالقرب من جانب الطريق. وممكن استخدام منشآءات حصاد المياه في الري المباشر أو لتغذية الآبار المفتوحة.

في الأراضي المنخفضة هناك مجال أقل لمنشآت حصاد المياه ذاتها، ولكن جسور الطرق السطحية المثقبة والجسور السطحية الأيرلندية يمكن أن تساعد في الاحتفاظ بالمياه في قيعان الأنهار(الوديان) الجافة وتغذية الآبار على طول مجرى الوادي. وكما أن هنه العبارات ومنشآت التصريف العرضية مهمة لتوجيه التدفقات تحت سطح الأرض أيضا.

الشكل 1. سقاية مياه تملأ من السيول المتدفقة من سطح الطريق

التعاون المؤسسي

لتصبح البنية التحتية للطرق حقا متعددة الأغراض، يجب أن يكون هناك تعاون وثيق بين المسؤولين عن تطوير الطرق مع اولئك المسئولون عن إدارة المستجمعات المائيه والزراعة. ففي بعض الحالات (مثل الصندوق الاجتماعي للتنمية) يتم الجمع بين هذه البرامج بالفعل. وفي حالات أخرى يحتاج التعاون بين مختلف الجهات المؤسسية الفاعلة (برامج الطرق، والحكومات المحلية أو المجالس المحلية ومكاتب الزراعة) إلى ان يتم رعايته وتعزيزه.

عمليات تخطيط شاملة

عمليات تخطيط وتصميم الطرق في اليمن حاليا لا تسمح بمنهجية إدماج اهداف إدارة المياه الواسعة ولا تهتم بالضرورة لوجهات النظر والأفكار المحلية . ونتيجة لذلك معظم منشآت حصاد المياه من الطرق في مواقع تم تعديلها من قبل مستخدمي الأراضي والمجتمعات المحلية للإستفادة من الفرص الناتجة من تطوير الطرق. ومع ذلك، من الناحية المثالية، سيتم تضمين فرص حصاد المياه من الطرق، من بداية مرحلة التخطيط والتصميم للطرق. وهنا مطلوب إطار أكثر تكاملا وشمولا لمخططي ومصممي الطرق ، والسماح لهم بتجاوز التعامل مع تصريف الطريق كحماية فحسب، بل لدمج إمكانات تجميع المياه الواضح في كل مرحل تصميم الطرق: في اختيار مسارات الطرق، في تصميم المعابر النهرية المنخفضة (الجسور السطحية) ، في تطوير البنية التحتية التابعة مثل حماية الينابيع، واستخدام ردميات جسم الطريق للتخزين والتحويل المنظم والمخطط لمواقع (حفريات) المواد المستعارة والمحاجر.

وهذا قد يتطلب تكييف أدلة تصميم الطرق ؛ لتتطابق مع برامج حصاد المياه. وعمل نظاما مختلفا لمراقبة وتحري الموقع والاستطلاع على سبيل المثال، مع الأخذ بعين الاعتبار مواقع مناطق التغذية ومواقع التخزين السطحية. وفي نفس الوقت حصاد المياه من الطرق ينبغي أن يكون عنصرا قياسيا في برامج ادارة مستجمعات المياه، بما في ذلك حماية قطاعات الطرق الحساسة من قبل المسؤولين عن حماية مستجمعات المياه.

إشراك المجتمع

المجتمعات المحلية يجب ان تشارك في مرحلة التصميم، وذلك لبيان الاحتياجات المحلية للمياه واعطاء مصممي الطرق مؤشرات على الفرص والمعوقات لحصاد المياه على طول الطرق. هذا سوف يتطلب نمط مختلف من العمل بالنسبة

لمهندسي الطرق، لكنها قد تقطع شوطا طويلا في الحد من الأضرار الناجمة عن المياه في الطرق، والذي يعتبر أكبر البنود تكلفة في إصلاح الطرق حاليا. وهذا سوف يساعد على تحديد الفرص المتاحة لإدخال تحسينات وكذلك أيضا تسوية حقوق الوصول إلى المياه المحصوده حديثا.

الشكل 2. بركة مياه على جانب الطريق

إرشادات للتصميم

الطرق هي التدخلات الرئيسية في الارض الطبيعية. حيث أنها تتداخل مع مجاري التدفقات السطحية و التدفقات تحت السطحية وتعمل على تركيز الجريان السطحي من خلال سطح الطريق، والمصارف الجانبية، والعرضية، والعبارات. وبالاعتماد على طبوغرافية الأرض الطبيعية واستخدام الأراضي، تختلف تقنيات حصاد مياه الطرق، لعدة عوامل مثل التضاريس، ودرجة ميول المنحدرات والهيدروجيولوجيا وسمك التربة، وجميع هذه العوامل مهمة.

وبالمثل، فإن النظام الزراعي المحلي السائد مهم جدا. حيث أن نظم المعيشة المختلفة لديها متطلبات مختلفة لحصاد المياه. الري في نطاق الحيزات الصغيرة / على المستوى الاسري، عادة يكون نظام ري تكميلي للزراعة المطرية. ففي حالة شحة الأمطار أو ليست كافية في الوقت المناسب، ممكن أن يدعم حصاد المياه من الطرق مصادرالمياه أثنا شحتها ونقصانها، إما عن طريق استخراج المياه الجوفية التحت السطحية اوعن طريق استخدام منشآت التخزين الصغيرة. حيث تسعى المجتمعات الرعوية في مناطق الرعي لتوفير التغذية لماشيتهم. وفي هذه الحالة، فأن تقنيات حصاد المياه التي توزع وتنشر التدفقات كاتدفقات صفحية على المساحات الواسعة هي الخيار المفضل. فعادة ما يستخدم حصاد مياه الطرق للزراعة أو تربية الماشية، غير انها ممكن أن تخدم استخدام المياه للأغراض المنزلية ايضا - واتخاذ تدابيرالسلامة مثل ترك التدفق الاول للمياه بدون حصاد، واستخدام المياه المحصودة من المساحات الساكبة بشكل رئيسي وليس من سطح الطريق.

مربع 1: مخاوف جودة المياه

من الاهتمامات عند حصاد المياه من الطرق هو نوعية المياه، ولا سيما احتمال ظهور الشحوم والزيوت من حركة المرور. كجزء من منحة تحفيز الأبحاث UPGro، حيث تم تقييم نوعية المياه في شمال أثيوبيا، على طول الطريق السريع (Frewign / Sinkata-Hawzien-Abreha Weatsbeha) باستخدام عينات من المياه بطريقة قياس الثقل النوعي، حيث تم تحليل المياه من حفر الآبار والبرك المفتوحة الواقعة بين 10-30 متر من الطريق في أربعة مواقع. ولم يتم إكتشاف الزيت / الشحوم في أي من العينات. وبناء على هذا لا يوجد سبب للقلق الفوري، ولكن هناك حاجة لليقظة والحذر، خصوصا في حالة المسطحات المائية. وفي حالة ان يتم حصاد المياه من الطريق لتغذية المياه الجوفية، فإن وسط التربة قد يكون بمثابة فلتر للكثير من المواد البيولوجية والعضوية.

اعتمادا على اختلاف الأرض الطبيعية ، تتفاوت تقنيات تصريف وحصاد المياه (انظر الجدول 3).

الجدول 3: يوضح وضع الطرق و خصائص الأرض الطبيعية

منطقة الطريق	إمكانية حصاد المياه	قابلية الانجراف	خصائص التصرف	الإنشاء- الصيانة
الأراضي المنخفضة والهضاب	مواقع (حفر) الردم المستعار، الإنخفاضات الممهدة (المطبات في الطرق الترابية والحجرية)، خزانات التصريف العرضي إلى مناطق تغذية ، الآبار اليدوية، حفر الآبار السطحية يدويا ونشر مياه الفيضان. ومواقع الردم المستعار يمكن أن إستخدامها كبرك محفورة مع تسرب طبيعي.	إختناق المياه وانهيار طبقات رصف الطريق يمكن ان يسبب مشكلة. والمصارف الجانبية واستقرار الردميات تعتمد على معايير التصميم	من حيث المبدأ - أكثر الصعوبات في التصريف. تعتمد على خصائص التربة. ردميات/أساس الطريق يمكن أن تتداخل مع التدفقات التحت سطحية والسطحية ، وخصوصا عندما لا يوجد نمط تصريف موضوع بشكل واضح	تكلفة إنشاء منخفضة حيث المواد متوفرة والتربة مستقرة.
الجبال والوديان	يمكن تطبيق عدة تقنيات لحصاد المياه. كتجميع مياه الينابيع والعيون، والتغذية من حفر الردم المستعار وبرك تخزين المياه، وسقايات المياه والخزانات، وتوجيه المياه المتدفقة من المصارف الجانبية / العبارات إلى الحقول والمدرجات القريبة، وإنشاء القنوات من العبارات إلى الحقول، وتوصيل المسارب من سطح الطريق إلى المزارع.	اعتمادا على خشونة السطح، وخصائص التربة والميول. التربة العميقة القابلة للنقل، والمنحدرات الحادة توليد مشاكل الانجراف والانهيارات المتساقطة, خصوصا النحر والتخديد في التصريف الجانبي و تراكم الترسبات في القنوات والعبارات والمنشآت الصغيرة لعبور المياه.	أسهل للتصريف في الميول الإنسيابية (ميل القدم) والميول المتوسطة في المنحنيات الرأسية , اعلى المنحدر، بينما في أسفل الوادي يكون التصريف شديد. التدفقات المتراكمة من / إلى الطرق جديدة قد تولد مشاكل تصريف.	تعتمد على نوع التربة والصخور والخصائص الجيولوجية، وتعتمد على خشونة السطح، والمنحدر للطرق الفرعية الريفية اهتمام خاص يجب أن يؤخذ للطرق الجديدة التي شيدت فوق / تحت الطرق القائمة والصيانة يجب ان تعالج سبب الأضرار وليس فقط الآثار.

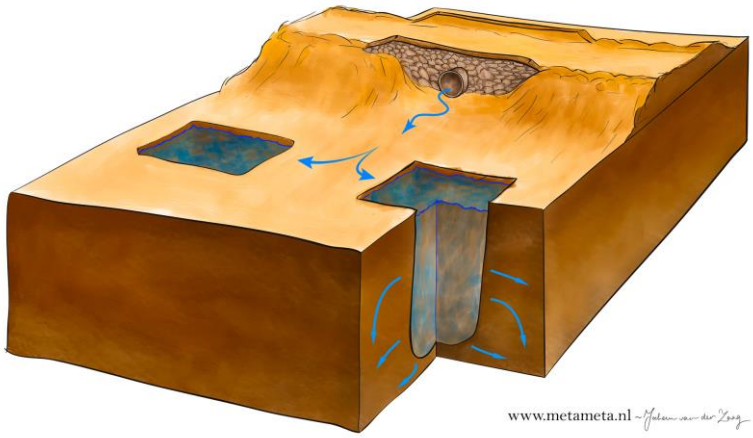
التقنيات الرئيسية

وهناك عدد من التقنيات المتاحة لتحقيق الاستخدام الأمثل للطرق في حصاد المياه، كما هو موضح أدناه:

1	حصاد المياه من المصارف العرضية (العبارات) و الجانبية للطريق
2	حصاد المياه من أسطح الطرق
3	استخدام حفرالردم المستعار والمحاجر للتخزين أو التغذية
4	أسس الطريق الذكية
5	تجميع الينابيع والعيون
6	عرض /الجسور السطحية الأيرلندية معبر للاحتفاظ بالمياه الجوفية وتوزيع المياه أو استقرار وثبات النهر(الوادي)
7	حصاد الرمال والتربة من الطرق
8	حماية التآكل والإنجراف في الطرق
9	الطرق كآليات للسيطرة على الفيضانات
10	جسم الطرق كسدود تغذية / برك تغذية صغيرة

1- حصاد المياه من المصارف العرضية (العبارات) والجانبية للطريق

الغرض من العبارات والمصارف الجانبية هو تصريف المياه بعيدا عن منشاءات الطريق. وغالبا ما يتم ذلك دون الأخذ بعين الاعتبار الفرص التي تَّمكن منشآت تصريف الطريق من توفرالمياه للري المباشر، وللتخزين، ولتغذية المياه الجوفية. وبإستطاعت المرء أن يناقش ببساطة أن ازاحة الطريق أعلى أو أسفل المنحدر ممكن ان يحسن تجميع المياه من الطريق، وكذلك تحسين المنطقة التي يتم إعادة توزيع المياه اليها. كما ان مسار الطريق المختار أيضا يحدد المصارف الطبيعية التي يتم قطعها، وتحديد موقع القطع وبالتالي يوفر فرص الاحتفاظ بالمياه في مجرى النهر(الوادي) من خلال الجسور السطحية و / أو الجسور السطحية الأيرلندية كمعابر للطريق في مجاري المياه.



الشكل 3. يوضح توجيه المياه من عبارة الى برك إعادة تغذية للمياه الجوفية

تصميم منشآت التصريف للطريق له تأثير كبير على أنواع الجريان في الارض الطبيعية. حيث أنها تحدد أين يتم تجميع الجريان وكيف يتم تركيزة. والعبارات (منشآت تصريف عرضية تحت سطح الطريق) تلعب الدور الرئيسي في هذا الصدد. ولهذا فإن موقع وحجم وعدد عبارات الطريق تحدد أنواع تصريف المياه في مستجمعات الطرق. وإذا كان عدد العبارات محدود وترتبط بالمصارف الجانبية للميول العلوية، سوف يتركز الجريان في عدد محدود من النقاط. وهذا قد يؤدي إلى خطر الفيضانات المحلية، والانجراف أو ترسب الطمي خلال مواسم الأمطار الغزيرة، والذي يحدث أيضا عن غير قصد في الطرق في اليمن. من ناحية أخرى، عندما يتم إنشاء عدد كبير من العبارات، المتباعدة بشكل جيد، سيتم توزيع الجريان بانتظام اكثر على الارض الطبيعية، وهذا يخدم المزيد من النقاط ولكن مع تدفقات أقل. وبالإضافة إلى ان مياه العبارات تتوزع أيضا من المصارف الجانبية أسفل المنحدر عن طريق المسارب (او ما يعرف أيضا باسم مخارج المصارف (ميتري) أو التصريف الجانبي).

الشكل 4 و 5. برك تجميع المياه من المصارف الجانبية للطريق

الشكل 6 و 7. يوضح تجميع جريان الطريق يتم على التوالي من التصريف الجانبي (اعلى المنحدر) ومن مسرب التصريف الجانبي في أسفل المنحدر

وكذلك المياه المجمعة في المصارف الجانبية يمكن توجيهها مباشرة إلى الأراضي الزراعية أو نشرها على أراضي الرعي، إما من خلال المسارب أو مباشرة من المصارف. وممكن أيضا أن تستخدم هذه المياه لتغذية أحواض التخزين أو برك التغذية. وفي الحالة الأخيرة المياه التي تم جمعها تتسرب وتعيد تغذية خزانات المياه الجوفية. وبصرف النظر عن توجيه المياه إلى برك التغذية، فهناك سلسلة من الحفرالامتصاصية أوخنادق الترشيح يمكن أن تستخدم أيضا لتغذية الخزانات الجوفية. وميزة استخدام نظم التغذية والتخزين هذه على طول مصارف الطريق هي أنها تساعد على استيعاب وتخزين ذروة تدفق الفيضانات. وعند توجية المياه الى المزارع مباشرة، فأن تقنيات حفظ الرطوبة الشائعة في الري بمياه السيول هي الأنسب للإستخدام مثل: التغطيه و الحرث العميق في المناطق شبه الجافة التي تضمن توفر المياه في وقت لاحق في موسم النمو. (فان ستين برج وآخرون، 2010).

في حالة العبارات فإن التصريف غالبا ما يكون كبيرا نسبيا. وإذا تم توجيه المياه مباشرة إلى الأراضي الزراعية، غالبا ما يتم ذلك عن طريق نشر المياه الخارجة من العبارات على مساحة واسعة أو توجيهها إلى خزان تخزين أو بركة تغذية (انظر الشكل 3)، أوإلى سلسلة من الحفرالامتصاصية. هناك العديد من الأمثلة حيث يقوم المزارعين في بعض الأحيان وبمساعدة من برامج مختلفة من تبطين برك التخزين لتجنب تسرب المياه بعيدا وتبقى متاحة لتزويد البساتين بالمياه بشكل مباشرعلى سبيل المثال. وفي بعض الحالات قد يتم عمل سقف لخزان التخزين، لتحويلها إلى سقايات وتقليل فواقد التبخر الى الحد الأدنى. والمهمة الأخرى، بشكل خاص هي أن المياه تستخدم للإستخدمات الراقية (الاستخدامات المنزلية والشرب)، حيث يتم توجيه التدفق الأول للمياه المحصودة من الطرق بعيداً عن خزان التخزين، كهذه تكون عادة مياه البداية للجريان.

الشكل 8 و 9 سقاية (صهريج) تملأ من المياه المحصودة من الطرق ، والجدار الحجر يستخدم لتحويل اول تدفق في منطقة الواسطة

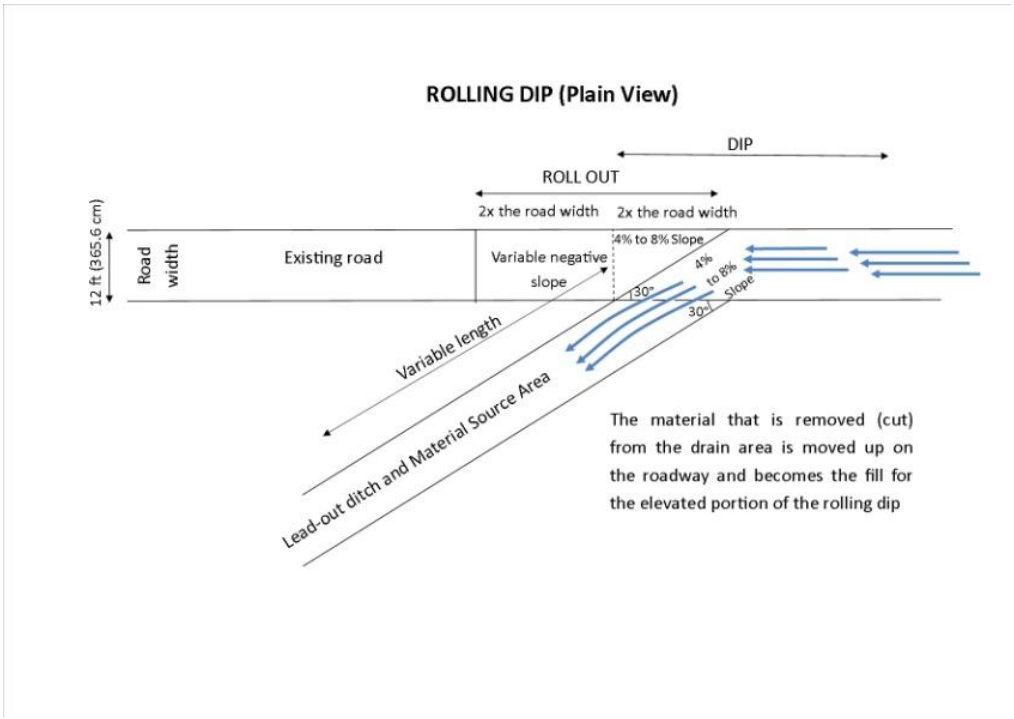
2- حصاد المياه من أسطح الطرق

المياه يمكن أن يتم تجميعها من المصارف الجانبية أو العبارات، ولكن يمكن تجميع الجريان مباشرة من سطح الطريق. السطح الغيرمُنفذ نسبيا للطريق يولد جريانا كبيرا أثناء عواصف الأمطار الذي يمكن أيضا توجيهه مباشرة إلى الأراضي أوتجميعه في برك تخزين أو منشآت تغذية.

الشكل 10 و 11. الري مباشرة من سطح الطريق والمياه التي تحصد من البردورات الجانبية

رصف الطريق المدعم
+عبارة ذات بوابة
reinforced road
embankment
+gated culvert
إغلاق
للتدفق
الاول
closing for
first flush
خنادق ترشيح
infiltration trench
نشر المياه
water spreader
برك بغذية
recharge pond
حفر إمتصاصية
soakpits
ميول الى الأعلى
upslope
downslope
ميول غلى السفل
بغذية
ري مباشر
direct irrigation
recharge
تخزين سطحى
surface storage
من العبارة والتصريف الجانبي
FROM CULVERTS AND SIDE DRAIN
حصاد المياه من الطريق
WATER HARVESTING FROM
ROADS
من سطح الطريق والمنخفض المتدحرج
FROM ROAD SURFACE AND
ROLLING DIP
ري مباشر
تخزين سطحي وتغذية
direct irrigation
surface storage and recharge
flood guider
stepped intake
as above but smaller
توجية الفيضان بمأخذ ثابت
مثل الاعلى ولكن أصغر

خصوصا في الطرق الفرعية المنحدره يوصى باستخدام المنخفاضات الممهدة ومخارج المصارف الموجهه. هذه المنشآت هي عبارة عن مطبات مائلة في سطح الطريق حيث يتم جمع مياه الأمطار وتوجيهها إلى الأراضي المحاذية للطرق. والغرض من ذلك هو حماية الطرق لكن من الواضح أن المياه التي يتم صرفها من الانخفاضات الممهدة، وهو أيضا ذات قيمة للأرض المحاذية للطريق. ومن هنا فإن موقع الانخفاضات الممهدة ينبغي أن يأخذ في الاعتبار استخدام المستفيدين للمياه. ففي المناطق الجبلية المياه من سطح الطريق أيضا يتم جمعها في انحناءات الطريق.



الشكل 12 يوضح الانخفاضات الممهدة لتحويل جريان الطرق في الطرق الترابية والحصوية

وفعالية توزيع مياه سطح الطريق يمكن تحسينها عن طريق بناء موجهات صغيرة لمياه الفيضان على طول جوانب الطرق والتي توجه المياه نحو الأراضي الزراعية - وفي بعض الأحيان مباشرة إلى الأخاديد أو قنوات الحقول. وايضا المآخذ إلى الأراضي يمكن تحسينها، وخاصة عندما يكون هناك فارق منسوب، من خلال مآخذ متدرجة .

الشكل 13 و 14 موجه مياه الفيضان (يسار) ومآخذ متدرج (يمين)

3. استخدام مواقع الردم المستعار والمحاجر للتخزين أو التغذية

المياه قد يتم تجميعها في خزانات إنشاءت خصيصا أو في البرك، ولكن من الممكن أيضا الاستفادة من المنخفضات الموجودة. في حالة تنمية مياه الطريق، وهي مواقع (حفر) الردم المستعار والمحاجر التي يمكن استخدامها بشكل منظم للتخزين أو برك تغذية للمياه الجوفية. حيث أن مواقع الردم المستعارهي الحفريات التي تعمل لتجميع المواد - الرمل والحصى والتربة - المستخدمة في اعمال بناء الطرق – لطبقات التأسيس ولخلط المواد. وهي عادة تكون قريبة جدا من جسم الطريق. فبعد الانتهاء

من اعمال الطريق، إذا لم يتم ردمها ، فإن هذه المواقع غالبا ما تترك بدون استخدام. ومع ذلك يمكن تحويل مواقع الردم المستعار والمحاجر إلى خزانات مملوءة بالمياه بعد هطول الأمطار أو ممكن توجيه الجريان السطحي من الطرق إليها. وشكل وحجم البرك لها علاقة بكل من : الأشكال الدائرية تزيد فعالية التخزين ؛ البرك العميقة تكون فواقد التبخرفيها أقل. حيث أن المداخل المائلة تسهل تجميع المياه. وفي مواقع الحفر أو إعادة تشكيل مواقع الردم المستعاربهذه المعايير قد تكون مدرجة مسبقا .

الشكل 15. و16: المزارعون في وادي تباب - الخبت -منطقة المحويت (اليمن) يستخدموا مواقع (حفر) الردم المستعارفي وادي تباب بالقرب من طريق القناوص – المحويت كبرك للاحتفاظ وإعادة التغذية (يسار) مواقع الردم المستعاراصبحت برك للتغذية بالقرب من الرُجُم (يمين).

مربع 2: استخدام تربة الشق و الصخور الصغيرة

عند شق الطرق في مقاطع القطع، قد تحتوي مواد القطع على تربة علوية خصبة. حيث يمكن الاستفادة من هذه التربة الخصبة لغرض مفيد مرة أخرى. حيث ممكن إعطاءها كتعويض لأصحاب الأراضي المجاورة للطرق. وكما أن المزارعين الذين فقدوا أراضيهم بسبب بناء الطرق قد يستفيدوا من التربة العلوية المزالة بالشق وهذا يمكن أن يتم باستخدامها لبناء أراضي خصبة جديدة.

ومن الاستخدامات الأخرى أيضا خصوصا الأحجار الصغيرة التي يتم استخراجها من المحاجر والتي نتجت كجزء من بناء الطرق يتعلق استخدامها في "التغطية بالأحجار". وخصوصا في مناطق زراعة البن في اليمن حيث توضع الأحجار الصغيرة حول شتلات الأشجار لتغطي الأرض المحيطة بالكامل. والغرض من هذه الممارسة المذهلة هو الحد بشكل كبير من تبخر التربة وأيضا يساعد في تشكيل وتكثيف الندى، حيث أن الأحجار تبرد بشكل كبير في الليل.

الشكل 17. و18 التغطية بالأحجار من أحجار المحاجر المحلية

4. أساسات الطريق الذكية

قد تتداخل طبقات تأسيس الطريق مع التدفقات تحت السطحية الأساسية التي تغذي الآبار السطحية. حيث أن طبقات تأسيس الطريق تعتمد على نوع الطريق وحجم المرور الذي صممة لتحمله . وقد يكون للطرق المعبدة طبقات تأسيس غير منفذة تقريبا بسمك من 2-5 متر ، ولكن طبقات تأسيس الطريق المدكوكة ليست شائعة في الطرق الترابية .كما ان طبقات التأسيس والاساس الغير منفذة (الكتيمة) يمكنها إغلاق الينابيع والعيون المحلية والتدفقات تحت السطحية التي تعدل توفر المياه الجوفية

السطحية، وتجفيف الآبار السطحية على الطرف الأدنى من الطريق، وتزيد منسوب المياه الجوفية على الطرف الأعلى من الطريق، مما يسبب تراكم المياه وأضرارمحتملة قد تلحق بجسم الطريق. هذه قضية خاصة في بعض أراضي المرتفعات المتوسطة .

ويمكن لأنظمة التصريف الجوفية واستخدام المصارف العرضية ان تساعد في حل هذه الحالة. وكذلك طبقات الأساس ذات قابلية النفاذية (المنفذه) أو سلسلة من المصارف الجانبية الصغيرة (أو ما تعرف أيضا بخنادق التصريف ومصارف كاليفورنيا)، او المصارف العرضية في الرصف الصلب، والمصارف الترابية (مثل على ذلك: مصرف المهماز (النتوء) والمخرج)، و المصارف تحت الرصف يمكن أن تستخدم للتحكم بالتدفقات الداخلة إلى طبقات التأسيس واساس للطريق (سانتينو Faisca وآخرون، 2008). كل هذه المنشآت لها هدف أساسي وهو حماية الطريق من تسرب المياه الى منشأتها. ومع ذلك التنفيذ الدقيق لهذه المنشآءات يسمح بالسيطرة على مناسيب المياه الجوفية وكطرق بديلة لمرور المياه الناتجة من قطع الطريق للطرف الأعلى عن الطرف الأدنى.

الشكل 19. و20. و21. ردميات الطريق (الصورة باليسار) يتداخل مع تدفق العين الاساسي التحت سطحي. المياه التي تم اعتراضها تظهرعلى الجانب الآخر (الصورة في المنتصف) لنقطة تدفق العين (الصورة على اليمين): باستخدام الأساسات القابلة للنفاذية الذكية للطريق يمكن تجنب هذه المشكلة.

5 . تجميع مياه العيون والينابيع

عند مرور الطرق بالمناطق الجبلية وحيث تكون الطرق في مقاطع قطع عميقة،، الشق قد يفتح الينابيع او العيون من طبقات المياه الجوفية الجبلية. ففي مناطق الحجر الرملي ومناطق الاحواض الرسوبية في اليمن تكون هذه المناطق بشكل خاص غنية بالينابيع والعيون. وفي حالات أخرى، قد يمر مسار الطريق في أو يعترض الينابيع القائمة.

هذه الينابيع بحاجة إلى الحماية، حيث انها مصادر ثمينة لإمدادات المياه المحلية. وهناك العديد من الينابيع مستخدمة منذو عدة عقود و قد وضعت لها حقوق للمستخدمين، ولهذا يجب الحرص على أن لايتم تدميرها عند بناء اوشق الطرق على سبيل المثال تدفن خلف اعمال الحماية في المنحدرات الجبلية. وإذا لم يتم استخدامها، فهذه الينابيع على جانب الطريق ممكن أن تلحق الضرر بطبقات أساس الطريق والرصف أو جدران حماية المنحدرات. وكبديل لايكون غير مألوف ان يقوم مستخدمي المياه المحليين بإعادة حفرهذه الينابيع المحلية والحاق الأضرار بالطرق او جدران حماية المنحدرات في العملية.

الشكل 22. و23. و24. إهمال متطلبات مصدر العين يؤدي إلى قيام المستخدمين بحفر الجدار الاستنادي (الصورة في الوسط واليسار) لتتبع منبع العين الذي اختفى بعد بناء الطرق وأعمال حماية المنحدر. وفي حالات أخرى يتم إعادة حفر العيون (الصورة على اليمين) بعد الانجراف

ولذلك إذا كانت هناك مسافة كافية على طول جانبي الطريق، يجب أن يتم بناء أحواض حماية في أعلى المنحدر لجمع مياه الينابيع. كما يجب تبطين المصارف لحماية الميول في اماكن القطع حول الينابيع. وإذا كانت المسافة محدودة والتصريف كبير، فيمكن أخذ المياه من الينابيع من تحت سطح الطرق بواسطة أنابيب أو عبارات صندوقية إلى منشآت التخزين السطحية اسفل المنحدر، إما برك مفتوحة أو سقايات، مع عمل مفيض لهذه البرك وتوجيهه إلى منطقة إعادة التغذية للمياه الجوفية. ولذلك يكون من المهم تقدير تصريف تدفقات هذه الينابيع لتحديد الأبعاد الصحيحة لخزانات التجميع وإنشاء منشآت المفيض. كما ان الينابيع الموجودة والتي فتحت حديثا هي مصادر لإمدادات المياه ذات جودة عالية وثمينة وعادة مناسبة للاستهلاك البشري.

الشكل 25. و26. بركة تخزين مياه الينابيع في أسفل المنحدر وينقل إليها المياه عن طريق أنبوب (الصورة في اليسار)، وحوض حماية لمياه العين أعلى المنحدر (الصورة في اليمين)

6 . المعابر /الجسور السطحية الأيرلندية لتغذية المياه الجوفية ونشر المياه أو استقرار قاع النهر(الوادي)

عند عبور الطرق قيعان الأنهار الجافة أو ومجاري المياه من الشائع بناء المعابر (المعروف أيضا باسم الجسور المنخفضة أو الجسور السطحية الايرلندية). والاختلاف بين المعابر والجسور الايرلندية هي أن هذه الجسور تحتوي على انبوب تصريف واحد أو أكثر خلالة، في حين أن المعابر لا يوجد فيها اي إنبوب تصريف.

المعابر والجسور السطحية الايرلندية مهمة ليس فقط باعتبارها معابر للطريق ولكن لأنها ممكن أن تساعد أيضا في الاحتفاظ بالمياه الجوفية في الجهة العلوية لمعبر الطريق ويمكن أن تزيد من نسبة ترشح المياه في الضفاف . ففي الواقع أن المعابر والجسور السطحية الأيرلندية ممكن أن تقوم بدور إضافي لتكون بمثابة سد للرمال توكيلي، حيث أنه ممكن إنشاءها بارتفاع أعلى من قاع النهر الجاف لخلق تخزين أكثر للرمال في الجهة العلوية منها .ومع مرور الوقت سيتم تجميع كمية من الرواسب الخشنة وراءها وتكُون خزانات جوفية محلية صغيرة في المنطقة العلوية لهذه المعابر والجسور الأرضية، ممكن فيها تخزين المياه والاحتفاظ بها.

اعتمادا على عمق قاع النهر، فإن المعابر تقطع أيضا التدفقات التحت سطحية وتحتفظ بالمياه الجوفية اعلى المجرى – مما يسمح بتطوير الآبار أو بناء منشآت الترشيح للوصول إلى المياه المحتجزة بواسطة المعابر اعلى المجرى . هذه القدرة على التخزين والاحتفاظ بالمياه الجوفية السطحية هي مهمة للغاية في المناطق الجافة، حيث تُحسن الوصول إلى المياه و توفيرها. والقواعد الذهبية للسدود الرملية يتم تطبيقها في هذه المعابر المتعددة الأغراض أيضا (نيل، 2012):

- يجب أن يتم بناء معبر الطريق على أساس حجري أو أساس في طبقة كتيمة.
- يجب أن يتجاوز عرض المعبر مناسيب الفيضان السنوي مع هامش آمان.
- يجب أن يكون ارتفاع المفيض في معابر السدود الرمالية المقترحة من النوع الذي يسمح للنهر بالمروراثناء التدفقات العالية وبنفس الوقت يتم ترسيب المواد الخشنة خلف السد. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق الإغلاق التدريجي للشق بشكل حرف V في المنشأة.
- يجب أن يبنى معبر الطريق بحيث لا يغير مجرى النهر، ويفضل وضعها بزاوية قائمة مع قاع النهر.
- ينبغي إعطاء الاهتمام لمواد مخرج المعبر خاصة في المناطق المرتفعة وذلك لتجنب النحر والانقلاب وانهيار معبر الطريق.

إشتراك المعابر مع الطرق المنشاءة بها في وظيفة أخرى أيضا ، والتي هي تحقيق الاستقرار في قاع النهر في الأنهار الموسمية الجافة. وخاصة في أنظمة الري بمياه السيول وهذه وظيفة أساسية . لذلك إذا كانت مجاري الأنهارمستقرة ومثبتة بالمعابر أو

الجسور الأيرلندية فإن النهر بشكل عام سيبقى مستقر ولن يكون عرضة للنحر العميق. وهذا سوف يساعد على إنشاء منشآت تحويل مياه السيول (الفيضانات) المؤقتة من الأحجار والرمل أو أغصان الأشجار (الادغال).

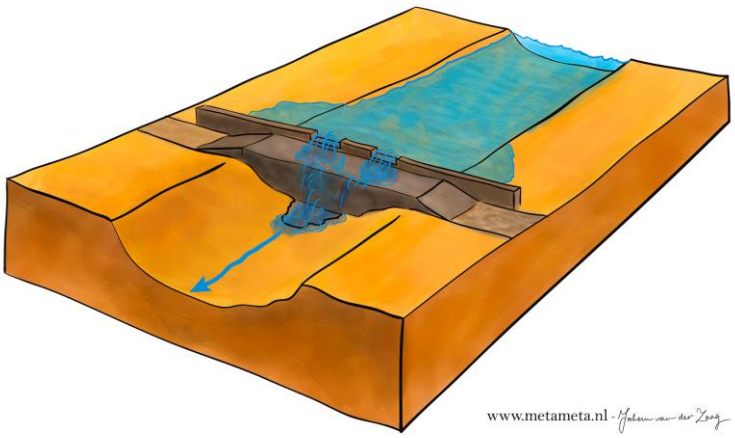
وفي بعض المناطق يمكن أن تستخدم أيضا معابر الطريق لتوزيع ونشرمياه الفيضانات. حيث يتم تمديد المعابر المرتفعة إلى ردميات الطرق في الجانبين، لتوزيع ونشر المياه على مساحة واسعة – منما يساعد في إعادة التغذية وزيادة رطوبة التربة.

الشكل 27 و 28. معبر في الأراضي المنخفضة في وادي سهام بالقرب من قرية واقر (في الصورة يسار) ومعبر في المرتفعات في وادي الحامضة (في الصورة يمين).

7 . حصاد الرمال والتربة من الطرق

الجريان السطحي المنقول خلال منشاءات الطريق يحمل رواسب ذات جزيئات متغيرة الجحوم. هذه الرواسب تصبح مترسبة في المنشاءات المختلفة - كثيرا خلف عوائق النحرداخل المصارف او امام مداخل العبارة على سبيل المثال، او خلف المعابر التي تتضاعف اكثر وتصبح كسدود الرملية.
وهذه الترسبات يجب إزالت خصوصا في مداخل العبارات وعوائق النحر لضمان ان هذه المنشاءات تحتفظ بتادية وظائفها. وتكاليف إزلت هذه الترسبات ممكن أن تضاف الى تكاليف الصيانة، لكن في كثير من الحالات الرمل والتربة المجمعة كنرسبات ايضا تمثل قيمة كونها ممكن ان تستخدم في اغراض البناء اولتطوير الارض

منشاءات المعابر والجسور الارلندية تعمل على تجميع الترسبات في لسدود الرملية (في المنطقة العلوية) وفي مصائد الرمال (في المنطقة السفلية (Nissen Petersen 2006). ومن المهم هو إزالت تلك الكميات المحصودة (المجمعة) من الرمل من السد الرملي في طبقات افقية ، حتى نضمن ان طبقة جديدة من الرمل الخشن سوف تترسب. وإذا الرمل أُخذ من السد الرملي في شكل حفر ، عندئذ هذه الحفر سوف تمتلاء بالطين الناعم والسعة التخزينية للسد الرملي سوف تفقد.



الشكل 29 : يوضح سد رملي في عبور الطريق لمجرى مائي

8. حماية التآكل والإنجراف في الطرق

الحماية ضد التآكل والإنجراف في الطرق بسبب المياه تعتبر قضية رئيسية. فالتآكل بالقرب من الطرق يتسبب في اضرار للارض الطبيعية، وخصوصا الجداول والاخاديد التي تتكون وتحدث فقدان لرطوبة التربة.

تصميم نظم تصريف الطرق تلعب دورا رئيسيا في تجنب التآكل والإنجراف للطرق . وبشكل خاص أن التربة الرملية العميقة و التربة الغرينية تكون عرضة للتآكل والإنجراف، وتتطلب اهتماما خاصا إذا تم مرور الطرق عبرها. وهناك عوامل أخرى مثل ضغط المياه المتولد داخل كتلة التربة / الصخور، وعدم استقرار المنحدرات أوالميول وتركيزالتدفقات عبر أنظمة تصريف الطريق يجب معالجتها من أجل تجنب عمليات التآكل والإنجراف مثل التخدد و هبوط طبقات أساس الطريق .

الشكل 10 و31: توضح تآكل وإنجراف من جريان من الطريق غير متحكم به (الصورة في اليسار) و جريان من طريق متحكم به (الصورة في اليمين)

المصدر الرئيسي للتآكل والإنجراف هو من الاخاديد التي تتكون عند مخارج العبارات. هذه الأخاديد قد تعمل تغذية خلفية في الارض الطبيعية - في نهاية المطاف سوف تهدد جسم الطريق نفسه .هناك عدة طرق للسيطرة على تآكل وانجراف المنطقة السفلية للطريق. أحدهما هو نشر (توزيع) المياه الفوري في المجرى لكي يبدد طاقة الجريان، وحيث المنحدر والارض تسمح تستخدم لري الارض المجاورة. والحماية الإخرى هي حماية المجرى المائي اعلى المنحدر واسفل المنحدر من العبارة وتفادي تأكل المجارى.

هناك قلق خاص من نحر المنحدر العلوي للطريق. وهذا قد يُسَرع إذا التصريف عبر الطريق تعرقل - عل سبيل المثال، بسبب أن االعبارة مسدودة بالصخور والاحجار. لذلك تنظيف العبارة يضمن عمل مناسب لتصريف العرضي (عبر الطريق) ولايعرقل التدفقات الذي سوف تسبب الاضرار اعلى المرتفع.

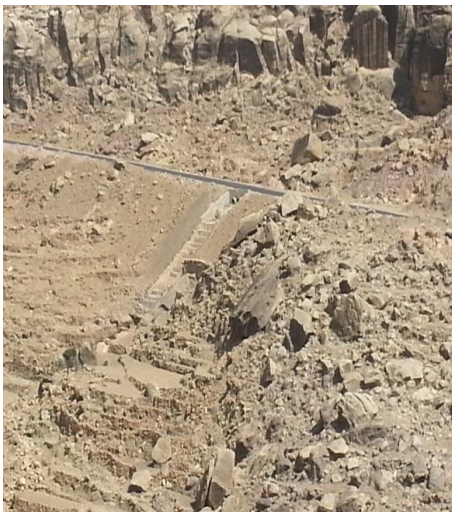
الشكل 32 و 33 يوضح مداخل عبارات مغلقة

حيث لايوجد تصريف جانبي، كما في الطرقِ الغير مُعبّدة، خط (رصة) من الاحجار ممكن أن يوضع على طول الطريق في جانب المنحدر السفلي ليعمل كاعائق نحر. مثل هذه الرصة ستضمن نشر المياه بلطف عبر المنطقة أسفل المنحدر، متجنبا التدفق او التاكل. وفي بعض الحالات النباتات المنخفضة قد تؤدي نفس الغرض.

في نطاق التقنيات ممكن أن نتفادى و/ او نعالج عمليات التآكل. الجريان السطحي من المصب العلوي وسطح الطريق الاسفلتية عادة يصرف من خلال العبارات والمصارف الجانبية او الاخاديد في المنطقة السفلية بواسطة عوائق النحر. تآكل الجداول

ممكن ان يعالج بواسطة إعادة التخضير بالنبات، بهدف تثبيت المجاري والجداول. وكما ان عوائق النحر تكون منشاءات بسيطة ورخيصة تهدف لمنع تآكل وتخديد المصارف الجانبية. وفي المقاطع الحرجة للمصارف الجانبية ممكن ان تبطن.

في مقياس أكبر، تخفيف الانجراف ممكن ان يطبق من خلال الإدارة الفاعلة للمصب المائي. بهذا الخصوص عدد من التدخلات موصى بها: أولوية معالجة المصب المائي الأعلى، معالجة الآخاديد (المجاري) مبكرا وتحقيق الحد الادني لرؤس الآخاديد (سد الآخاديد)، وإعادة تاهيل المناطق المتاثرة من خلال المواد المحلية المتوفرة البسيطة والمرنة والرخيصة لتكون حلول ممكنة. وضرورة إدخال مختلف المستفيدين والمكاتب الحكومية الرئيسية والوكالات العاملة في حماية المصب المائي. كما انة من الضروري جعل الاستخدام المتعدد للطرق كجزاء من حصاد المياه في إدارة المصب المائي.



الشكل 34 و 35 يوضح مصارف طرق مبطنة

الشكل 37 و 38 يوضح عائق نحر مؤقت في مصرف جانبي مبطن

9. الطرق كآليات تحكم (او سيطرة) للفيضان

طبقات اساس الطرق والحميات المدكوكة تعملان كاسدود ترابية ، وهم من حيث المبداء تُحصران بالأرض الطبيعية. وفي المناطق المعرضة للفيضانات الدورية - الطرق قد تعمل كمنظمات للفيضان. لذلك موقع الطرق والبنية التحتية للمصارف الرئيسية تكون مهمه، وهي ممكن ان تساعد في تخفيف الفيضانات

وهي مهمة أيضا، خصوصا في مناطق المرتفعات، حيث تلك الطرق الترابية منفذه بطرق ملائمة، بالتصريف الكافي، وعلى سبيل المثال تكون على شكل منخفاضات ممهدة. وإن لم تكن هذه المنخفضات طرق، ممكن ان تتطور بسهولة الى مجاري للفيضان ومصارف طبيعية - تحطم الطرق والمساحات المحيطة بها

الشكل 39& 40 توضح الحماية للردميات المدكوكة بالخرسانة وهناك حاجز مؤقت صغير لخزن المياه في المنطقة العلوية للطريق (الإمكانية هي استعمال بوبات في مداخل العبارات)

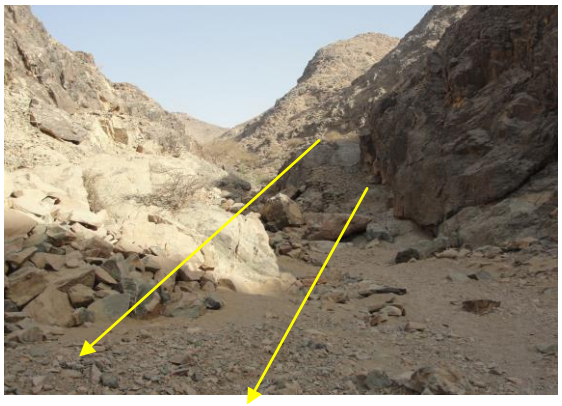
10. استخدام جســم الطريق كسد تخزيني / كبرك تخزينية صغيرة

جسم الطريق قد يُستخدم كجسم سد، وذلك يوجد بركة تخزينة للمياه (أنظرأيضاً المربع رقم 3). ومفيض السد ممكن أن يكون جسراً صغيراً أو منخفض (جسر ارضي) أو عبارة مياه في الطرق االمعبدة (الاسفلتية). حيث ان جسم الطريق مجتمعا مع الارض الطبيعية ممكن أن تشكل سدً تخزينياً.

شكل 41& 42 : يوضح خطر تطور الطرق الترابية لتكون مجري للفيضان – التصميم المناسب مع تمهيد المنخفضات وعمل مفيض لتصريف المياه الزائدة تكون مطلوب

الشكل 43&44 : يوضح استخدام جسم الطريق كسد تغذية للمياه الجوفية في الطريق الاسفلتية

التبطين
lining
عوائق الانجراف (النحر)
scour checks
مخارج / ومفيض
escapes / skillway
SIDE DRAIN
تصريف جانبي
EROSION CONTROL
التحكم بالإنجراف (النحر)
المنحدر السفلي للعبارة
CULVERT DOWN-SLOPE
المنحدر العلوي للعبارة
CULVERT UP-SLOPE
cleaning
التنظيف
mini check dams
سدود اعاقة صغيرة
lining
التبطين
watershed protection
حماية المصب المائي
spreader
النشر او التوزيع
lining
التبطين
check dams
سدود اعاقة



الشكل 45&46 يوضح إمكانية مكان لرافد طريق ريفي صغير (طرق مداخل للقري) يعبر مجري وادي صغير وجسم الطريق ممكن ان يمثل سد تغذية / تخزين.

المربع 3: حاجز(ردميات) الطريق كجزء من خزان مياه

. في بعض الحالات حاجز (ردميات) الطريق ممكن ان يستخدم أيضا كجزءمن جسم المياه المحصودة . وإذا هذا وضع اعلى المنحدر للطريق، عادة جسم الطريق يتطلب حماية إضافية مع تبطين حجري (ربراب) واكتاف لتفادي ضعف جسم الطريق بواسطة المياه المخزونة. وكذلك العبارة ممكن ان تغلق لتعبئت بركة المنحدر العلوي. وفي دول إخرى بعض الاوقات تزود العبارات ببوابات لتصريف المياه الزائدة

عموما هناك حاجة لتصميم منشاءات حصاد المياه من الطريق كعنصر مكمل لأعمال تطوير الطريق لكي يحسن وظيفة الطريق، وذلك أيضا يجنب ضعف الطريق وعدم استقرارها نتيجة إنشاء وسائل حصاد المياه من الطريق

النتائج والتوصيات

هذه المذكرة إقترحت نظام مبتكر في إدارة مصدر المياه وتطوير الطريق. وهناك عدد من المساعدين الذين سيساعدون هذا النظام لكي ينضج وينجح في التطبيق.

العملية - تكامل العمليات التي تُدمج لتطوير الطريق وإدارة المصدر طبيعي، وتكون المبداء الاساسي للتطبيقِ الناجح في إدارة المياه وبناء الطريق - من ضمن ذلك التفاعل مع المجتمعات على جانبي الطريق.

بناء القدرات - حصاد المياه من الطرق يكون مفهوم مبتكر: حيث ان المعرفة جديدة وتعرف كيف تكون مطلوبةُ. ومهندسي الطرق ، وخبراء إدارة المصدرِ الطبيعي والخبراء الزراعيين، ومدراء المياه، ومهنيي المصب المائي تكونو هي المجموعات المستهدفة لذلك. علاوة على ذلك حصاد المياه من الطرق قد تتضمّن في مناهج الجامعة وفي التدريب المهني.

معايير تصميمِ جديدة - معايير تصميم الطريق مع كامل الأرض الطبيعية / نظام المصب المائي مطلوبة. والدمج الماهر بين تصريف المياه الجوفية والسطحية مع منشاءات حصاد المياه وتقنيات إدارة المصادر الطبيعية يجب أن تتضمن في مبادئ التصميمِ للطرق وخصوصا الطرق الريفية.

المنظمات الدولية مثل ألإيفاد ممكن أن 'تمهد الطريق' - لضمان أن التأثيرات السلبية للطرق لم تنخفض فقط ولكن أيضا تغيرت إلى أشياء نافعة، وتلك العمليات وتقنيات التصميمِ الجديدة دمجت في برامجِ الإستثمار في الطريق التي هم يدعمونها. والمنافع من المياه المحصودة من الطرق تكون كافية. كما هومبين من تجربة اليمن وكذلك أيضا من التجارب في البلدان الأخرى ومن خلال الاخرين- إدارة التآكل التي تمنع ضرراً على الطرقِ والأرض الطبيعية المحيطة، كما ان منشاءات حصاد مياه الطريق تستخدم لإعادة شحن المياه الجوفية الضحلة، وخزن المياه السطحيةِ من خلال مواقع الردم المستعار للطرق (الحفر)، والبرك الضحلةَ، وكل هذه المياه ممكن تمون الاستخدامات المنزلية ونشاطات سقاية الماشية، وزيادة نشاطات التنقيب عن الرمل، وتحسين السيطرةَ على الفيضان، ونشر الفيضانِ عبر الحواجزَ / المعابر / الطرق المنخفضة / سدود المياه المنتشرة، وإعادة تخضير أراضي الرعي، وتدخل المجتمع في توفير العمال وتخفض تكاليف التشغيل والصيانة للطرقِ الأكثر مرونة، والمنافع للمجتمعات المحلية هي إستخدام المياه للري والسلعِ الرائجة الأخرى، وإيجاد مصدر إمداد مياه إضافي من خلال السدود الرملية وحصاد مياه العيون.

المصادر الافضافية / والأدوات

للمزيد من المعلومات والمرجعية ذات العلاقة ترجع إلى موقع الويب التالي؛

www.roadsforwater.org

المراجع

Garcia-Landarte Puertas, Diego, Kifle Woldearegay, Lyla Mehta, Martin Van Beusekom, Marta Agujetas Peréz and Frank van Steenbergen (2014). Roads for water: the unused potential. In: Waterlines, Waterlines Vol. 33 No. 2, 120-137.

Howe, J. (1984) Rural Roads and Poverty Alleviation in Botswana. Rural Roads and Poverty Alleviation. Michigan: Westview Press

Kubbinga, B. (2012) Road Runoff Harvesting in the Drylands of Sub-Saharan Africa: Its Potential for Assisting Smallholder Farmers in Coping with Water Scarcity and Climate Change, Based on Case Studies in Eastern Province, Kenya, MSc thesis, amsterdam: Vrije university.

Nissen-Petersen, e. (2006) Water from Roads: A Handbook for Technicians and Farmers on Harvesting Rain Water from Roads, Nairobi: Asal Consultants ltd.
Santinho Faısca, J., Baena, J., Baltzer, S., Gajewska, B., Nousiainen, A., Hermansson, A., Erlingsson, S., Brencic, M. and Dawson, A. (2008) 'Control of pavement water and pollution prevention', in A. Dawson (ed.), Water in Road Structures: Movement, Drainage and Effects, pp. 299–356, Nottingham: Springer.

Shah, T. (2010). Taming the Anarchy: Groundwater Governance in South Asia. IWMI. Washinton: RFP Press.

Steenbergen, F. van, P. Lawrence, A. Mehari, JM Faures and Maher Salman. 2010. Guidelines for spate irrigation. Irrigation and Drainage Paper 46. FAO, Rome.

Wester, F, Bron, J., 1998 Coping with Water: Water Management in Flood Control and Drainage Systems in Bangladesh. Issue 4 of Liquid gold special reports, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI)

Zeedyk, B. (2006). A Good Road Lies Easy on the Land…Water Harvesting from Low-Standard Rural Roads. The Quivira Coalition, Zeedyk Ecological Consulting, LLC, The Rio Puerco Management Committee – Watershed Initiative, and the New Mexico Environment Department – Surface Water Quality Bureau.

ملحق 1: الطرق التي مسحت لإنجاز هذه المذكرة ألإرشادية

مقطع الطريق	طول المقع (كم)	المنطقة (جبلية / مستوية)	المواد المستخدمة - اسفلتية - حجرية - ترابية	عدد منشاءات حصاد المياه من الطرق	عدد المناطق الحرجة ونوعها (تآكل ، فيضان ...الخ)
عمران - حجة	45	جبلية	طريق اسفلتية قديمة	حوالي تسع منساءات حصاد واكثرمن ست عيون مياه	كثير من مناطق النحر في مخارج العبارات ، وانسداد في مداخل العبارات
حبابه - الطويله	24	جبلية	طريق اسفلتية منفذه حديثا	منشاءة حصاد، واحدة سد إعاقة ترابي ، كثير من العيون ومنشاءات تجميع المياه.	كثير من مناطق النحر في جانب القطع في الطريق، وفي مناطق إدخال المواد بسبب الحفر، وفي مخارج العبارات
الصباحة - ليلواه	12	هضبة مستوية	طريق اسفلتية	منشاءة حصاد مياه واحدة كسد، وكثير من المواقع الممكنة لحصاد المياه	تآكل محدود في بعض مخارج العبارات
طريق صنعاء -المحويت	100	جبلية	طريق اسفلتية قديمة	موقع واحد مستعار لردميات ، وعشر منشاءات حصاد مياه	الكثير من تآكل التربة في مخارج الجسور الصغيرة والعبارات
طريق القنوص - محويت	60&20	مستوية & جبلية	طريق اسفلتية	موقع واحد مستعار لردميات ، وواربعة عشر منشاءات حصاد مياه، اكثر من 20 تحويلة للمياه من سطح الطريق الى المزارع، تصريف من نهاية قناة التصريف ونهاية حامية الكتف	منطقتي فيضان في جسر ارلندي (ارضي)، وكثير من تآكل التربة في مخارج العبارات، وفي خنادق التصريف، وفي حامية الاكتاف، في مناطق القطع في مقطع الطريق
بيت شهذي (تغذي طرق ريفية فرعية)	1.3	جبلية	طريق ترابية (مخطط لتكون طريق حجري)	منشاءة واحدة للحصاد عبارة عن بركة	وجد تآكل في سطح الطريق
مروه – واقر - القطبع	24	ارض مستوية	طريق اسفلتية	لايوجد	تآكل في جوانب الطريق عن طريق تدفق الفيضان من سطح الطريق وبعض العبارات
مدخل قرية دوم (طريق مغذية ريقية)	0.8	ارض مستوية	طريق معبد بالاحجار (حجري)	لايوجد	الفيضان في موسم الامطار يمنع وسائل النقل من دخول القرية قبل التخل، تآكل في جوانب الطريق نتبجة عبور الفيضان
قرية بيت سعيد (طريق مغذية ريقية)	1.9	ارض مستوية	معبدة بطبقة الاساس (مخطط لسفلتتها)	لايوجد	تآكل في سطح وجوانب الطريق يسببه الفيضان
قرية زعفة (طريق مغذية ريقية)	0.85	ارض مستوية	طريق معبدة بالحجر (حجرية)	لايوجد	الفيضان في موسم الامطار يمنع وسائل النقل من دخول القرية قبل التخل، تآكل في جوانب الطريق نتبجة عبور الفيضان
قرية الساحلي (طريق مغذية ريقية)	2.5	ارض مستوية	طريق معبدة بالحجر وجزء طريق ترابي	فقط بعض قنوات الري تمر تحت التعبيد بالحجر	الفيضان في موسم الامطار يمنع وسائل النقل من دخول القرية قبل التخل، تآكل في جوانب الطريق نتبجة عبور الفيضان
الراية & الشلال (طريق مغذية ريقية)	8.5	جبلية	طريق معبدة بالحجر (حجرية)	فقط قناة عين تمر تحت الرصف الحجري وبعض التحدبات (المطبات)	منطقة واحدة حرجة للفيضان في منطقة قطع الجسر الارلندي
بيت راسي (طريق مغذية ريقية)	9	جبلية	طريق ترابية مع رصف حجري في المقاطع الحرجة الخشنة	بعض المبادرات لتحويل المياه من سطح الطريقالى المزارع	الكثير من مجاري المياه تقطع الطريق والكثير من التكل بسبب المياه

ملحق 1: الطرق التي مسحت لإنجاز هذه المذكرة الإرشادية (مواصلة)					
مقطع الطريق	**طول المقع (كم)**	**المنطقة (جبلية / مستوية)**	**المواد المستخدمة - اسفلتية - حجرية - ترابية**	**عدد منشاءات حصاد المياه من الطرق**	**عدد المناطق الحرجة ونوعها (تآكل ، فيضان ...الخ)**
طريق بني عارف	4.2	جبلية	طريق ترابية مع رصف حجري في المقاطع الحرجة الخشنة	منشائتين حصاد مياه ، منشاءة حامية حجر جافة لتوجية المياه	الكثير من مجاري المياه تقطع الطريق والكثير من التنكل بسبب المياه
بيت لافي	3.5	جبلية	طريق ترابي	ثلاث منشاءات حصادمياه وتقنيت تخزين امياه في المدرجات بغستخدام التغطية الحجرية.	الكثير من مجاري المياه تقطع الطريق والكثير من التنكل بسبب المياه، وتآكل الحافة الخارجية

International Fund for Agricultural Development
Via Paolo di Dono, 44 - 00142 Rome, Italy
Tel: +39 06 54591 - Fax: +39 06 5043463
E-mail: ifad@ifad.org
www.ifad.org
www.ruralpovertyportal.org
ifad-un.blogspot.com
www.facebook.com/ifad
www.twitter.com/ifadnews
www.youtube.com/user/ifadTV