بررسی زهکش‌های عرضی (آبروها و آبگذرها) درجاده‌های جنگلی سری یک مکارود

قربانعلی خدایی [1]، امیر حسین فیروزان [2]، مهرداد نیکوی [3]، حمید پیام [4]

چکیده

نقش جنگل به‌عنوان یک اصل در توسعه پایدار زمانی اتفاق خواهد افتاد که، توجه همه جانبه‌ای نسبت به اکوسیستم جنگل داشته باشیم، از جمله این مهم وجود جاده‌های جنگلی با تراکم مناسب است. عوامل مختلفی در تخریب جاده‌های جنگلی دخالت دارند که مهمترین آنها، رواناب‌های تولید شده بر اثر بارندگی می‌باشد که مستقیماً سطح جاده‌های جنگلی را تهدید می‌نماید. در این تحقیق که با هدف بررسی زهکشهای عرضی در محدوده ۵۰ کیلومتر از جاده‌های جنگلی موجود در سری ۱ طرح جنگلداری مکارود از حوزه آبخیز ۳۶ کاظم‌رود با وسعت ۲۷۳۲ هکتار صورت گرفت، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافیک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، نرم‌افزارهـای HYFA ، EXCEL، ARC GIS 9.2 و دستگاه GPS با کنترل میدانی وضعیت زهکش‌های موجود (آبرو و آبگـذرها) بررسی و سپس نسبت به تعیین حداکثر دبی سیلابی حادث شده به‌روش استدلالی با دوره بازگشت‌های مختلف ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله با در نظر گرفتن شدت بارندگی، ضریب رواناب منطقه، زمان تمرکز، مساحت، طول آبراهه و دامنه، شرایط توپوگرافیک، هیدرولوژیک و پوشش گیاهی منطقه در هر یک از زیرحوزه‌ها اقدام شد. نتایج این تحقیق حاکی از آن‌است که از مجموع ۹۰ زیر حوزه در ۵ مسیر مختلف جاده جنگلی ۱۲۰ نقطه شکستگی شیب جاده (خط القعر) وجود دارد که فقط در ۷۰ مورد از آنها آبرو و آبگذر با فاصله میانگین ۴۰۰ تا ۶۵۰ متر از هم احداث شده که عمل زهکشی رواناب های حادث شده را انجام می‌دهند. همچنین از مجموع ۷۰ آبرو احداث شده در این مسیرها حدوداً ۹۰ درصد توانایی عبور دبی سیلابی با دوره بازگشت فقط ۲ ساله، ۷۰ درصد دبی ۵ ساله، ۵۰ درصد دبی ۱۰۰ ساله، ۳۵ درصد دبی ۲۵ و ۵۰ ساله و کمتر از ۳۰ درصد دبی ۱۰۰ ساله را دارند.

واژه های کلیدی: آبرو، جاده جنگلی، زهکشی، روش استدلالی، رواناب، دوره بازگشت، دبی حداکثرسیلابی

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته مهندسی جنگل واحد لاهیجان **ali.khodai@ gmail.com**

2- استادیار دانشگاه آزاد واحد لاهیجان

3- استادیار دانشکده منابع‌طبیعی گیلان- صومعه‌سرا

4- استادیار دانشگاه آزاد واحد لاهیجان

مقدمه

امروزه نقش جنگل به‌عنوان یک اصل در توسعه پایدار بر کسی پوشیده نیست. نقش منحصر بفرد جنگل به گونه‌ای است که تعاریف و مفاهیم جدیدی را در سطح بین‌المللی مطرح نموده‌است. لذا با علم به این مهم شناسایی دقیق و همه جانبه‌نگر در خصوص دخالت‌های انسانی در جنگل از ضروری‌ترین مسایل می‌باشد. یکی از مهمترین این دخالت‌ها می‌توان به احداث شبکه جاده و بهره‌برداری در جنگل اشاره نمود که بیش از 70 درصد هزینه‌ها را به‌خود اختصاص داده است. توجه به این موضوع بسیار ضروری می‌باشد که چگونه در این سیستم حیاتی دخالتی نماییم که ضمن کمترین خسارت زیست محیطی، بیشترین شبکه حمل و نقل با کمترین هزینه را در پی‌داشته باشد. معمولاً احداث جاده در جنگل علی‌رغم مزایایی که دارد، نقش تعیین کننده‌ای نیز در زمینه فرسایش خاک، رانش زمین، قطع شریان آب سطحی از دامنه بالادست به پایین دست و به‌طور کلی بر هم زدن یک نوع تعادل اکوسیستمی دارد که دخالت در آن باید با دقت نظر خاص باشد. یکی از مهمترین فاکتورهایی که مستقیماً جاده‌های جنگلی را تهدید می‌نماید، آب می‌باشد. چون احداث جاده به خاطر برش عرضی که در دامنه ایجاد می‌کند سبب می‌شود تا رواناب ایجاد شده در سطح جاده و یا مناطق خاکریز سرازیر شده در نتیجه باعث فرسایش شدید گردد. لذا باید به نحو مطلوبی این رواناب‌ها از طریق احداث کانال‌های کناره جاده هدایت و در منطقه خط القعر جاده یا محل تلاقی جاده با آبراهه‌ها به‌وسیله ابنیه‌های فنی نظیر پل، آبرو و سرریز یا آبنما از دامنه بالا دست به سمت پایین دست هدایت شوند.

در این تحقیق سعی گردیده ضمن بررسی کامل کمی و کیفی ابنیه‌های احداث شده در جاده‌های جنگلی به‌منظور تخلیه مناسب رواناب حاصله از بارندگی اعم از کانال‌های کناری و آبروها، با روش‌های علمی نسبت به محاسبه رواناب‌های حادث شده در دوره بازگشت‌های مختلف 2، 5، 10، 25، 50 و 100 ساله اقدام شود. آرنولد[1] در سال 1957، با مطالعه روی سازه‌های زهکشی احداث شده در راه‌های جنگلی نواحی کوهستانی شمال غرب آمریکا به‌روش استدلالی با دوره بازگشت 25 ساله با دوام 15 دقیقه به این نتیجه رسید که هر چه شدت بارش بیشتر باشد باید فواصل بین آبروها را کوتاه‌تر در نظر گرفت[7]. پی یل و همکاران[2] در سال 1988 در نواحی مرکزی آبخیزهای ساحلی ایالت ارگان مطالعه‌ای در خصوص ظرفیت هدایت حداکثر مقدار رواناب را در 128 آبراهه با دوره بازگشت 25 ساله انجام داده و نتایج تحقیق آنها نشان داد که در 40% از موارد قادر نبودند سیلاب با دوره بازگشت 25 ساله را از خود عبور دهند[8]. نظری، محمدرضا در سال 1379، در خصوص طراحی زهکشی در جاده‌های جنگلی منطقه گرازبن جنگل آموزشی پژوهشی خیرودکنار نوشهر با استفاده از روش استدلالی به برآورد حداکثر رواناب حادث شده بـا دوره بازگشت 50 ساله در سه مسیرجاده A,B,C پرداخت. نتایج مطالعه او نشان داد که در مسیرB اگرچه در بیش از 80 درصد موارد زهکش‌ها قادر به تخلیه رواناب‌های حادث شده با دوره بازگشت بیش از 50 سال می‌باشند لیکن 70 درصد از کل آبروها و آبگذرهای احداث شده در این مسیر قادر به تخلیه حداکثر رواناب تولید شده با دوره بازگشت بیشتر از 100 سال می‌باشند. این امر بیانگر بزرگ بودن دهانه آبروهای احداث شده و صرف هزینه‌های اضافی در احداث آنها می‌باشد. اما در مسیر C تنها 25 درصد زهکش‌ها قادر به هدایت و تخلیه رواناب‌های تولید شده با دوره بازگشت 50 ساله می‌باشد لیکن در 75 درصد از موارد قادر

1- Arnold
2- Piehl et all

به هدایت و تخلیه رواناب تولید شده در پی وقوع بارندگی با دوره بازگشت بیشتر از 10 سال نمی‌باشد. این امر نشان دهنده کوچک بودن دهانه بخش اعظمی از آبروهای احداث شده در مسیر مذکور و افزایش ریسک شکست آبروهای احداث شده در مسیر مذکور می‌باشد. ولی در مسیر A اگرچه لوله‌های به قطر40 سانتی-متر جهت احداث آبروها انتخاب گردید لیکن در برخی موارد به‌دلیل شکست شیب جاده، سطوح دریافت رواناب کوچکتر از میزان محاسباتی بوده در نتیجه حجم و سرعت رواناب تجمع یافته از سطوح بالا دست در کانال کناری قطعات مربوطه پایین می‌باشد، لذا در این موارد به‌منظور جلوگیری از افزایش هزینه‌های ناشی از احداث آبرو با قطر 40 سانتی‌متر استفاده از لوله‌هایی با قطر 30 سانتی‌متر پیشنهاد گردید [5]. نیکوی، مهرداد در سال 1379 جهت ارایه طرح زهکشی برای جاده‌های جنگلی بخش کلیه سرا در حوزه آبخیز اسالم استان گیلان با استفاده از روش استدلالی به‌برآورد حداکثر رواناب حادث شده با دوره بازگشت 20 ساله پرداخت. نتایج مطالعه او نشان داد که در منطقه مذکور به 53 لوله‌گذاری با قطرهای مختلف (از30تا 110 سانتی‌متر) با فاصله متوسط 200 متر نیاز می‌باشد [6].

منطقه مورد تحقیق در کیلومتر20 شهرستان عباس آباد به بخش کلاردشت از سری 1 طرح جنگلداری مکارود در حوزه آبخیز 36 کاظم رود واقع گردیده و از نظر استحفاظی در حوزه اداره کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری استان مازندران- نوشهر و در محدوده اداره منابع‌طبیعی و آبخیزداری کلاردشت می‌باشد. محدوده طرح بین عرض جغرافیایی ″14 ′33 °36 و ″20 ′38 °36 شمالی و طول جغرافیایی ″5 ′7 °51 و ″30 ′11 °51 شرقی واقع شده و در حد ارتفاع 500 تا 1700 متر از سطح دریا واقع و به مساحت 2732 هکتار می‌باشد [1]. میزان بارندگی سالیانه در منطقه طرح حدوداً 980 میلی‌متر با متوسط درجه حرارت سالیانه 12 درجه سانتی‌گراد که جزو اقلیم مرطوب و سرد و از نظر تقسیمات کشوری جزو استان مازندران، شهرستان چالوس، بخش کلاردشت به مرکزیت شهر حسن کیف می‌باشد (شکل2).

مواد و روش‌ها

برای مطالعه منطقه از روش تحقیقی علمی، شامل مراحلی از قبیل طرح مساله، جمع‌آوری اطلاعات، استخراج یافته‌ها و نتیجه‌گیری در رابطه با مسایل مطروح شده استفاده به‌عمل آمده‌است. از آنجایی‌که واحد کاری و مطالعاتی در زمینه‌های هیدرولوژیک حوزه آبخیز می‌باشد برای دستیابی به آن، بدواً نسبت به تهیه نقشه توپوگرافیک با مقیاس 1:25000و پیاده نمودن مرز سری بر روی آن و تبدیل آن به مقیاس بزرگتر (1:10000) به‌منظور کسب اطلاعات دقیق‌تر همچنین پیاده نمودن پراکنش جاده‌های جنگلی، پراکنش شبکه هیدروگرافیک و موقعیت دقیق آبروها وآبگذرهای احداث شده در طول مسیر جاده و پیاده نمودن مرز واحدهای هیدرولوژیک (زیر حوزه‌ها) بر روی نقشه و مطابقت آنها با طبیعت اقدام شد و پس از رقومی کردن اطلاعات در نرم‌افزار ARC GIS نسبت به تهیه کلیه نقشه‌های پایه مربوط اقدام، و سپس به‌منظور کنترل نهایی، اقدام به بازدید صحرایی و برداشت زمینی در چند مرحله به‌منظور تعیین مسیرهای جاده، برداشت پروفیل طولی مسیر جاده و کانال‌های کناری همراه با شیب نسبی آنها بوسیله متر و شیب سنج، شکستگی جاده و کانال‌های کناری (خط القعر و خط الراس) و همچنین موقعیت جغرافیایی آبروها و آبگذرها توسط دستگاه GPS و ثبت آنها در جداول مربوط گردید که این امر برای دستیابی به نقشه‌های شبکه‌بندی جاده، شبکه آبراهه‌ها، شبکه زهکش‌های عرضی جاده و نقشه موقعیت خط القعر (آبروها[1]) می‌باشد (شکل2). سپس در هر یک از مسیرها به‌منظور تعیین نواحی زهکشی، مرز هریک از واحدها

1- Culvert

مشخص و از بالاترین نقطه مرز دریافت آب تا پایین‌ترین نقطه خروجی آب توسط آبرو یا آبگذر محدود و تحت عنوان یک زیر حوزه شناسایی شد که مجموعاً 90 زیر حوزه مورد بررسی قرار گرفت که در هر یک از این واحدها اطلاعاتی شامل مساحت زیر حوزه، طول آبراهه، تعداد آبروها، حداقل و حداکثر ارتفاع خطوط میزان و غیره توسط نرم افزارARC GIS استخراج، و سپس در هر یک از مسیرها و واحدهای هیدرولوژیک اقدام به برآورد حداکثر رواناب حادث شده در دوره بازگشت‌های (2، 5، 10، 20، 25، 50 و 100 ساله) به‌شرح زیر گردید.

انتخاب روش مناسب برای برآورد حداکثر رواناب[4]

برای برآورد رواناب ودبی اوج سیل می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده نمود که بستگی به هدف مورد انتظار، آمار موجود، مشخصات حوزه، وسعت حوزه و اهمیت طرح و مدت زمان موجود برای تجزیه و تحلیل داده‌ها دارد. معمولاً وسعت آبخیز از پارامترهای بسیار مهم جهت انتخاب روش مناسب برای به‌دست آوردن دبی رواناب به‌شمار می‌رود. از این‌رو روش استدلالی که یکی از ساده‌ترین روش‌ها جهت برآورد رواناب سطحی در حوزه‌های کوچک (تا 1000 هکتار) فاقد آمار هیدرومتریک محسوب می‌گردد، مورد استفاده این تحقیق قرار گرفته که امروزه نیز در دنیا به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اساس این روش بر این اصل استوار است که در بارندگی‌های با دوره بازگشت یکسان با افزایش مدت بارندگی، متوسط شدت بارش کاهش می‌یابد. هنگامی که مدت بارش از زمان تمرکز حوزه بیشتر شود، متوسط شدت بارندگی از متوسط شدت بارندگی دوره‌ای که طول آن برابر زمان تمرکز حوزه است کوچکتر می‌شود. در این حالت با این‌که تمام سطح حوزه در جریان سطحی شرکت می‌کنند حداکثر جریان سطحی کمتر می‌گردد. از طرف دیگر، اگر مدت بارندگی کمتر از زمان تمرکز باشد، اگر چه شدت بارندگی افزایش می‌یابد ولی تنها بخشی از اراضی در جریان سطحی شرکت می‌نمایند. بدین‌ترتیب به اصل روش استدلالی می‌رسیم:

حداکثر شدت جریان سطحی را موقعی می‌توان انتظار داشت که مدت بارندگی برابر زمان تمرکز حوزه باشد.

صورت ریاضی روش استدلالی مطابق با رابطه(1) است:

$$Q = \frac{1}{360} C.I.A$$

که در آن:

A : وسعت حوزه به هکتار

Q: حداکثر رواناب سطحی(دبی اوج سیل) بر حسب متر مکعب بر ثانیه با دوره بازگشتی برابر با دوره بازگشت رگبار.

C: ضریب رواناب سطحی که مقدار این ضریب علاوه بر عوامل متعددی مانند شیب کلی منطقه، سیستم زهکشی زیرزمینی نظیر تشکیلات کارستی، نوع سطح از نظر پوشش گیاهی، میزان لاشبرگ و درصد موادآلی و رطوبت اولیه خاک به شدت بارندگی نیز بستگی دارد.

جدول‌های متعددی جهت تخمین رواناب سطحی ارایه شده است که کامل‌ترین آن، جدولی است که چاو[1] ارایه نمود که در آن با توجه به سطح مورد مطالعه، اعم از مناطق شهری، اراضی کشاورزی، مرتع و

1- Chow

جنگل و با در نظر گرفتن شیب منطقه سه کلاسه (0 تا 2 درصد، 2 تا 7 درصد و بیش از 7 درصد) تعیین شده‌است. در آن جدول شدت بارندگی به‌صورت متغیر دوره بازگشت (2، 5، 10، 25، 50 ،100 و 500 ساله) لحاظ شده‌است. لذا با توجه به جنگل گردشی و تشریح پارسل منطقه و تهیه نقشه کلاسه شیب، منطقه مورد مطالعه در کلاسه شیب بیش از 7 درصد قرار گرفت.

I: شدت متوسط بارندگی در مدتی معادل زمان تمرکز حوزه بر حسب میلی‌متر بر ساعت است که از روش‌های مختلفی نظیر منحنی شدت، مدت، فراوانی و فرمول‌های تجربی بدست می‌آید. در این تحقیق برای به‌دست آوردن شدت- مدت بارندگی (I) به‌جای استفاده از منحنی شدت، مدت – فراوانی بارش از فرمول معروف به روش دوم تجربی دکتر قهرمان استفاده گردیده‌است. چون اولاً تهیه منحنی‌های شدت، مدت – فراوانی منوط به داشتن گراف ایستگاه‌های باران نگار می‌باشد که اکثر این ایستگاه‌ها در مناطق دشتی خزری واقع شده‌اند و کاربرد آنها برای منطقه مورد مطالعه چندان مناسب نمی‌باشد، ثانیاً در این روش بارش‌های کوتاه مدت از 15 دقیقه تا 2 ساعت با دوره بازگشت‌های مختلف برآورد می‌گردد ثالثاً طبق بررسی‌های صورت گرفته از کلیه روابط ارایه شده نظیر روش وزیری، قنبرپور، سبحانی و غیره، و مقایسه کارشناسی صورت گرفته، هم‌خوانی روش دوم دکتر قهرمان با شرایط منطقه مناسب‌تر می‌باشد. که رابطه ریاضی آن به‌صورت زیر (رابطه 2) می‌باشد:

$$P_T^t = (0/4055 + 0/2636 \, Ln(T - 0/44)(-0/242 + 1/2452 \cdot t^{0/2674})) \cdot r_{10}^{60}$$

که در آن :

T : دوره بازگشت برحسب سال

t : مدت زمان بارش کوتاه مدت بر حسب ساعت

P_T^t : شدت بارندگی در زمان تمرکز معین

r_{10}^{60} : مقدار بارش یک ساعته با دوره بازگشت 10 ساله که از رابطه (3) به‌دست می آید.

که در آن :

$$P_{10}^{60} = e^{0.8153} \cdot x_1^{1.1314} \cdot x_2^{-0.3072}$$

x_1: متوسط حداکثر بارش 24 ساعته برحسب میلی‌متر و x_2: متوسط بارش سالانه منطقه برحسب میلی‌متر است.

محاسبه زمان تمرکز

زمان تمرکز مدت زمانی است که آب لازم دارد تا از دورترین نقطه حوزه به نقطه خروجی برسد. این زمان از راه‌های متعددی محاسبه می‌گردد و معمولا مقدار زمان تمرکز بستگی به طول آبراهه اصلی، شیب آن و شرایط هیدرولیک مسیر جریان، مانند ضریب زبری و شعاع هیدرولیک دارد که در این تحقیق از روش کرپیچ[1] استفاده گردیده که معادله ریاضی آن به‌صورت رابطه (4) است:

$$Tc = 0/0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0.385}$$ که در آن :

Tc: زمان تمرکز به دقیقه ، L : طول آبراهه به متر و S : شیب مسیر آب به متر بر متر است

که برای به‌دست آوردن شیب از رابطه زیر (رابطه 5) استفاده می‌شود:

$$S = \frac{\Delta h}{L}$$ (رابطه 5)

که در آن Δh : اختلاف ارتفاع و L : فاصله افقی است.

1-Kirpich

محاسبه سرعت متوسط جریان در آبرو (لوله) و آبگذر (پل)

برای محاسبه سرعت متوسط جریان در آبرو می‌توان از فرمول مانینگ استفاده کرد که رابطه ریاضی آن به صورت زیر (رابطه 6) است:

$$V=\frac{R^{2/3}*S^{1/2}}{n} \qquad \text{(رابطه 6)}$$

که در آن :

S: شیب آبرو یا آبگذر بر حسب متر بر متر

n: ضریب زبری جداره لوله و پل و.....(ضریب مانینگ)

R: شعاع هیدرولیکی جریان بر حسب متر که در آبگذرها از رابطه (7) $R=\frac{b.y}{b+2y}$ که در آن b: طول به متر و y :عرض یا ارتفاع به متر و در لوله از رابطه(8) $R=\frac{A}{P}$ به‌دست می آید که در آن:

A: سطح مقطع جریان بر حسب متر مربع که از رابطه (9) $A=\pi R^2$ به‌دست می‌آید.

P : پیرامون خیس(تر) شده توسط جریان بر حسب متر(شکل 1) که از رابطه(10) $P=2\pi$ به‌دست می‌آید که در آن π=3,14157 و R قطرلوله به متر است و در آبگذرها (شکل1) از رابطه(11) $C=b+2y$ یا P به‌دست می‌آید.

V: سرعت آب در لوله یا آبگذر (متر بر ثانیه)

در نهایت با در دست داشتن سطح مقطع و سرعت جریان با استفاده از رابطه (10) $Q=A*V$ دبی جریان بر حسب (مترمکعب بر ثانیه) در یک لوله با قطر معین به‌دست خواهد آمد(جدول1).

به‌عنوان مثال طبق محاسبات انجام گرفته در زیر حوزه A1-1 از مسیر شماره A1 (شکل 5) جاده جنگلی که در آن قطر لوله موجود 0/80 متر، شیب لوله S= 0/03 و ضریب زبری لوله n= 0/02 برآورد گردیده، مقدار سرعت آب در لوله و حداکثر دبی سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف به‌شرح زیر می‌باشد:

قطر لوله به متر $D = 0/8$

شعاع لوله به متر $R=D/2= 0/8/_2 = 0/4$

سطح مقطع لوله به متر مربع $A=\pi R^2 = 3/14 . 0/4^2=0/5$

محیط لوله به متر $P=2\pi R = 2. 3/14 .0/4=2/51$

$R=\frac{A}{P} = 0/2$ m

سرعت آب در لوله بر حسب متر بر ثانیه $V=\frac{R^{2/3}*S^{1/2}}{n}= 2/96$

در نهایت با در دست داشتن سطح مقطع و سرعت جریان با استفاده از رابطه (10) دبی جریان در یک لوله به قطر80 سانتی‌متری برابر خواهد بود با :

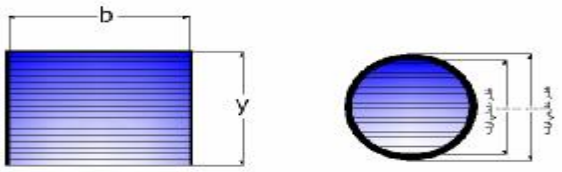
دبی جریان در لوله به مترمکعب بر ثانیه $Q=A*V= 0/5 . 2/96 = 1/48$

حال برای برآورد حداکثر رواناب در زیر حوزه مذکور بروش استدلالی از رابطه (1) استفاده گردیده که در آن طبق محاسبات صورت گرفته مقدار وسعت حوزه برابر (A= 5/6) هکتار و ضریب رواناب طبق جدول چاو معادل(C = 0/35) و مقدار شدت – مدت بارندگی طبق محاسبه به‌روش دوم دکتر قهرمان معادل (I=64/1) میلی‌متر بر ساعت برای دوره بازگشت 2 ساله می‌باشد که اگر مقادیر به‌دست آمده را در

رابطه (1) قرار دهیم مقدار حداکثر رواناب (دبی اوج سیل) حادث شده در زیر حوزه A1-1 به‌صورت زیر خواهد بود:

$$Q= \frac{1}{360} * 0.35 * 64.1 * 5.55 = 0.34\ m^3/s$$

همچنین دبی اوج سیل برای دوره بازگشت‌های 5، 10، 25، 50 و100 ساله به‌ترتیب معادل 0/3، 0/6، 0/8، 1، 1/1 و 1/4 خواهد بود. حال با مقایسه دبی به‌دست آمده و حداکثر ظرفیت دبی جریان در آبرو (لوله) می‌توان نتیجه گرفت که آبرو احداث شده با قطر 0/8 سانتی‌متر توان عبور حداکثر سیلاب با تمام دوره بازگشت‌های ذکر شده را دارد (مطابق جدول 2).



شکل1- سطح مقطع جریان در لوله (آبرو) و پل (آبگذر)

نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص بررسی وضعیت و قابلیت تخلیه رواناب سطحی با دوره بازگشت‌های مختلف در آبروها، آبگذرها و کانال‌های کناری احداث شده در منطقه طرح نشان داد که در:

مسیر A

این مسیر، به‌طول حدود 11 کیلومتر به‌عنوان مسیر اصلی آسفالته (عام المنفعه) که با کد A، نامگذاری گردیده دارای شیب نسبی 3 الی7 درصد با عرض 10 الی 12 متر با احتساب شانه خاکی دارای قدمت بیش از 50 سال بوده که به‌عنوان جاده عام المنفعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. کانال‌های کناری این مسیر به‌صورت ذوزنقه‌ای با بستر متفاوت سنگ ریزه‌ای، رسی و در بعضی از مناطق شنی رسی احداث شده که بخاطر اهمّیت نگهداری آن مسیر کانال خالی بوده و رواناب براحتی در آن جریان می‌یابد. در این مسیر تعداد 18 مورد پل با فاصله متوسط حدوداً 650 متر احداث گردیده که در هر یک از این ابنیه‌ها به‌عنوان یک زیر حوزه تقسیم‌بندی شده و کلاً مساحتی بالغ بر 1920 هکتار دامنه‌های بالادست را که شامل مسیرهای A1، A2، A2-2، A2-3 و بخشی از مسیر P2 بوده، تحت پوشش قرار داده که رواناب هر یک از این زیر حوزه ها پس از سرازیر شدن از دامنه‌ها توسط کانال‌های کناری و آبراهه‌ها، زهکشی و نهایتاً توسط یک پل[1] (آبگذر) تخلیه می‌گردد. محاسبات انجام گرفته در این مسیر در خصوص دبی حداکثر سیلابی (دبی اوج) حادث شده با دوره بازگشت‌های مختلف 2، 5، 10، 25، 50 و 100 ساله و همچنین محاسبه سطح مقطع زهکش‌ها برای هر یک از زیرحوزه‌ها نشان می‌دهد که در 100 درصد از پل‌های احداث شده قادر به تخلیه حداکثر رواناب حادث شده با دوره بازگشت 2، 5 و10 ساله و 95 درصد از آنها نیز قادر خواهند بود که دبی اوج حادث شده با دوره بازگشت‌های100 ساله و بیشتر را از خود عبور دهند (شکل4 و جدول1).

مسیر A1

این مسیر که در (شکل 5) با کد A1 نشان داده شده از مجموع 13/3 کیلومتر راه که انشعاب گرفته شده از مسیراصلی آسفالته است (کد A)، به‌عنوان جاده جنگلی درجه 2 جهت دسترسی مطرح است که از سال 1366 در قالب کتابچه طرح شروع به احداث و کماکان نیز ادامه دارد. شیب نسبی جاده به‌طور متوسط 5 درصد و عرض آن 6 الی 8 متر با احتساب شانه جاده می‌باشد و مساحتی بالغ بر 962 هکتار دامنه بالادست

[1]-Bidge

را که شامل مسیر A2-3 بوده تحت پوشش قرار داده و به تعداد 39 زیر حوزه تقسیم‌بندی شده که رواناب هر یک از این زیر حوزه‌ها توسط یک آبرو تخلیه می‌گردد. در طول این مسیر در حال حاضر فقط تعداد 28 آبرو با فاصله متوسط 48 متراحداث گردیده‌است و هنوز در11 زیر حوزه شامل (A1-5 ،A1-7 ، A1-8 ، A1-9، A1-10 ، A1-13 ، A1-14، A1-36 ،A1-37، A1-38 و A1-39) هیچ گونه سازه‌ای احداث نگردیده‌است. محاسبات انجام گرفته دبی حداکثر سیلابی (دبی اوج) حادث شده در دوره بازگشت‌های مختلف 2، 5، 10، 25، 50 و 100 ساله و همچنین محاسبه سطح مقطع زهکش‌ها را برای هر یک از زیرحوزه‌ها نشان می‌دهد که در این مسیر حدود 75 درصد آبروهای احداث شده قادر به تخلیه حداکثر رواناب حادث شده با دوره بازگشت 2 ساله، 68 درصد آبرو با دوره بازگشت 5 ساله، 61 درصد آبرو با دوره بازگشت‌های10ساله، 39 درصد با دوره بازگشت 25 و50 ساله و فقط 28 درصد از آبروهای احداث شده قادر خواهند بود که دبی اوج حادث شده با دوره بازگشت‌های 100 ساله را از خود عبور دهند (شکل5 و جدول1).

مسیر A2

این مسیر از مجموع 3/6 کیلومتر راه که انشعاب گرفته شده از مسیر A می باشد وبا کد A2 نشان داده شده تا محل تلاقی مسیرهای A2-2 وA2-3 (مدفن زباله) ادامه دارد. این جاده به‌عرض 6 الی 8 متر با شیب نسبی 5 الی 10 درصد ساخته شده‌است. کانال کناری جاده احداث شده و به شکل U و V بوده به‌خاطر شیب جاده و نگهداری مناسب آن، کاملاً خالی از رسوبات است و رواناب براحتی در آن جریان دارد. در این مسیر به‌منظور تخلیه رواناب از بالادست جاده به سمت پایین جاده تعداد 6 مورد آبرو به شکل لوله از نوع سیمانی به‌قطر 80 سانتی‌متر با فاصله متوسط 600 متر کار گذاشته شده که به‌خاطر قطر مناسب لوله، شیب نسبی کانال و نگهداری مناسب آنها، لوله‌ها از رسوبات پر نشده و کاملاً خالی می‌باشند. البته لازم به توضیح است که بیشتر رواناب حاصل به‌خاطر شیب نسبتاً زیاد جاده و کانال (به‌خصوص در 1 کیلومتر اول) از طریق کانال کناری به‌سمت جاده آسفالته یعنی مسیر A سرازیر می‌شود. این مسیر مساحتی بالغ بر 106 هکتار دامنه بالادست را تحت پوشش قرار داده و به تعداد 7 زیر حوزه تقسیم بندی شده که رواناب هر یک از این زیر حوزه‌ها توسط یک آبرو تخلیه می‌گردد. محاسبات انجام گرفته دبی حداکثر سیلابی (دبی اوج) حادث شده در دوره بازگشت‌های مختلف 2، 5، 10، 25، 50 و 100 ساله و همچنین محاسبه سطح مقطع زهکش‌ها را برای هر یک از زیرحوزه‌ها نشان می‌دهد که در حدود 100 درصد آبروهای احداث شده قادر به تخلیه حد اکثر رواناب حادث شده با دوره بازگشت 2 ساله، 71 درصد آبروها با دوره بازگشت 5 ساله، 57 درصد آبروها با دوره بازگشت‌های 10، 25 و50 ساله و فقط 71 درصد از آبروه‌های احداث شده قادر خواهند بود که دبی اوج حادث شده با دوره بازگشت‌های 100 ساله را از خود عبور دهند(شکل6 و جدول1).

مسیر A2-2

در این مسیر از مجموع 3/8 کیلومتر راه که در بالاترین نقطه منطقه به عبارتی خط الراس حوزه قراردارد و با کد A2-2 نام‌گذاری شده، مساحتی بالغ بر 183 هکتار دامنه بالادست را شامل می‌شود که به تعداد 9 زیر حوزه تقسیم‌بندی شده که رواناب هر یک از این زیر حوزه ها توسط یک آبرو تخلیه می‌گردد. لازم به توضیح این‌که در طول مسیر در حال حاضر فقط تعداد 6 آبرو احداث گردیده‌است و هنوز در سه زیر حوزه (A2-2-7 و A2-2-8 و A2-2-9) هیچ‌گونه سازه‌ای احداث نگردیده است. محاسبات انجام گرفته

دبی حداکثر سیلابی (دبی اوج) حادث شده در دوره بازگشت‌های مختلف 2، 5، 10، 25، 50 و 100 ساله و همچنین محاسبه سطح مقطع زهکش‌ها را برای هر یک از زیرحوزه ها نشان می دهد که در حدود 100 درصد آبروهای احداث شده قادر به تخلیه حد اکثر رواناب با دوره بازگشت 2 ساله، 66 درصد آبروها با دوره بازگشت 5 ساله، 50 درصد آبروها با دوره بازگشت‌های 10 ساله و فقط 16 درصد از آبرو ها قادر خواهند بود که دبی اوج حادث شده با دوره بازگشت‌های 25، 5 و 100 ساله را از خود عبور دهند(شکل7) (جدول1).

مسیر A2-3

این مسیر از مجموع 7/1 کیلومتر راه که پس از انشعاب از مسیر A2 ما بین مسیر A2-2 وA1 قرار دارد تشکیل و با کد A2-3 نام گذاری شده و دارای شیب نسبی از 5 تا 12 درصد متغییر بوده وعرض نسبی جاده در آن با احتساب شانه خاکی در حدود 6 متر می‌باشد. ساخت این جاده در قالب کتابچه طرح از سال 1372 شروع و کماکان نیز ادامه دارد. کانال‌های کناری جاده، در بعضی از مناطق به‌خاطر شیب مناسب و جنس کانال، عاری از رسوبات بوده و رواناب براحتی در آن جاری می باشد ولی در اکثر نقاط بخاطر شیب کم و جنس کانال و عدم لایروبی مناسب، رواناب به‌راحتی در آن جاری نبوده بلکه در بستر جاده رواناب جاری می‌باشد و باعث تخریب نیز می‌گردد. این مسیر به تعداد 17 زیر حوزه تقسیم‌بندی شده که در برگیرنده زیر حوزه‌های مسیر A2-2 نیز بوده که مساحتی بالغ بر 436 هکتار دامنه بالادست را تحت پوشش قرار داده و رواناب هر یک از این زیر حوزه‌ها توسط یک آبرو تخلیه می‌گردد. در طول مسیر نیز در حال حاضر فقط تعداد 14 آبرو با فاصله متوسط 540 متر احداث گردیده است و هنوز در سه زیر حوزه (A2-3-13 و A2-3-14 و A2-3-15) هیچ گونه سازه‌ای احداث نگردیده است. محاسبات انجام گرفته روی دبی حداکثر سیلابی (دبی اوج) حادث شده در دوره بازگشت‌های مختلف 2، 5، 10، 25، 50 و 100 ساله و همچنین محاسبه سطح مقطع زهکش‌ها برای هر یک از زیرحوزه‌ها، حاکی از آن است که در حدود 93 درصد آبروهای احداث شده قادر به تخلیه حد اکثر رواناب با دوره بازگشت 2 ساله، 71 درصد آبروها با دوره بازگشت 5 ساله، 41 درصد آبروها با دوره بازگشت‌های 10 ساله و 23 درصد از آبروها با دوره بازگشت‌های 25 و 50 ساله می‌باشند و فقط 21 درصد از آبروهای احداث شده قادر خواهند بود که دبی اوج حادث شده با دوره بازگشت‌های 100 ساله را از خود عبور دهند (شکل 8 و جدول1).

به‌طور کلی محاسبه انجام گرفته در خصوص دبی اوج حادث شده با دوره بازگشت‌های مختلف و محاسبه سطح مقطع مورد نیاز جهت عبور جریان، و مقایسه آنها با آبروها و آبگذرهای موجود در هر یک از زیر حوزه‌ها نشان داده که بعضی از آبروها و آبگذرهای موجود کوچک بوده و قادر نخواهند بود تا دبی اوج رواناب حادث شده با دوره بازگشت 10، 25، 50 و 10 ساله را از خود عبور دهند. در جدول 1 نتایج محاسبه تک تک آبروها و آبگذرها به‌صورت میانگین وزنی برآورد گردیده است.

جدول 1- نتایج قابلیت عبور حداکثر دبی سیلابی در آبروها و آبگذرهای احداثی به تفکیک هر مسیر در منطقه مورد تحقیق

مسیر جاده	تعداد آبرو یا آبگذر احداثی	درصد توانایی عبور حداکثر دبی سیلابی در آبرو و آبگذرهای احداثی با دوره بازگشت های .... ساله					
		2	5	10	25	50	100
A2-2	6	%100	%66	%50	%16	%16	%16
A2-3	14	%93	%71	%41	%23	%23	%21
A2	6	%100	%71	%57	%57	%57	%71
A1	27	%75	%68	%61	%39	%39	%28
A	17	%100	%100	%100	%100	%100	%95

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از وضعیت آبروها، آبگذرها و کانال‌های کناری احداث شده در مسیرهای مختلف جاده جنگلی که مجموعاً به‌طول حدود 50 کیلو متر می‌باشد، حاکی از آن است که:

الف- رواناب حاصل در دامنه‌های بالا دست جاده در هر زیر حوزه به‌دو صورت، (کانال‌های کناره جاده و آبروها یا آبگذرهای موجود) از عرض جاده عبور می‌نمایند.

ب- بیش از 80 درصد مسیر جاده‌های احداث شده یا فاقد کانال کناری هستند، یا دارای کانال‌های پر از رسوبات ریزدانه و یا سرشاخه‌های درختان می‌باشند.

ج- نگهداری مسیر جاده علی‌الخصوص کانال‌ها و آبروها به‌خوبی صورت نمی‌گیرد و نظارت در این مورد بسیار ضعیف می‌باشد.

د- در محل شکستگی مسیر جاده (خط القعر) به‌خاطر تغییر شیب، اکثر مسیرها فاقد هرگونه ابنیه فنی به‌منظور هدایت رواناب از یک طرف جاده به سمت دیگر جاده می‌باشد.

ذ- احداث آبرو درعرض جاده متناسب با دبی اوج سیلابی نبوده و بیشتر به‌صورت طرح تیپ اجرا می‌گردد.

ر- کارگذاری لوله‌ها (آبرو) با شیب مناسب (5 الی10 درصد) طبق دستورالعمل اجرایی دفتر فنی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور مصوب شورای فنی 1382 نبوده و همین امر سبب شده دبی خروجی لوله بسیار پایین بیاید (محاسبه دبی خروجی موجود در لوله‌های به‌قطر 80 حدوداً 0/43 متر مکعب بر ثانیه بوده و این در حالی است که اگر شیب لوله در هنگام کارگذاری فقط 5 درصد باشد دبی خروجی به 6 متر مکعب در ثانیه افزایش می یابد).

ز- در محل خروجی آبروها طبق بررسی های به‌عمل آمده در بیش از 90 درصد آنها که چند سالی از احداث آنها گذشته است به‌علت عدم وجود ریپ رپ[1] (سنگ چینی به‌صورت خشکه چین با سنگ‌های بزرگ) باعث آبشستگی در پایین دست جاده و در نتیجه فرسایش شدید آبراهه گردیده است.

این یافته‌ها با نتایج آقایان مهرداد نیکویی در سال 1379[6] و محمد رضا نظری 1379 [5] کمبل و سیدل در سال 1984[10] که به ترتیب با دوره بازگشت‌های 20، 50 و 25 ساله پرداخته‌اند هم راستا می‌باشد.

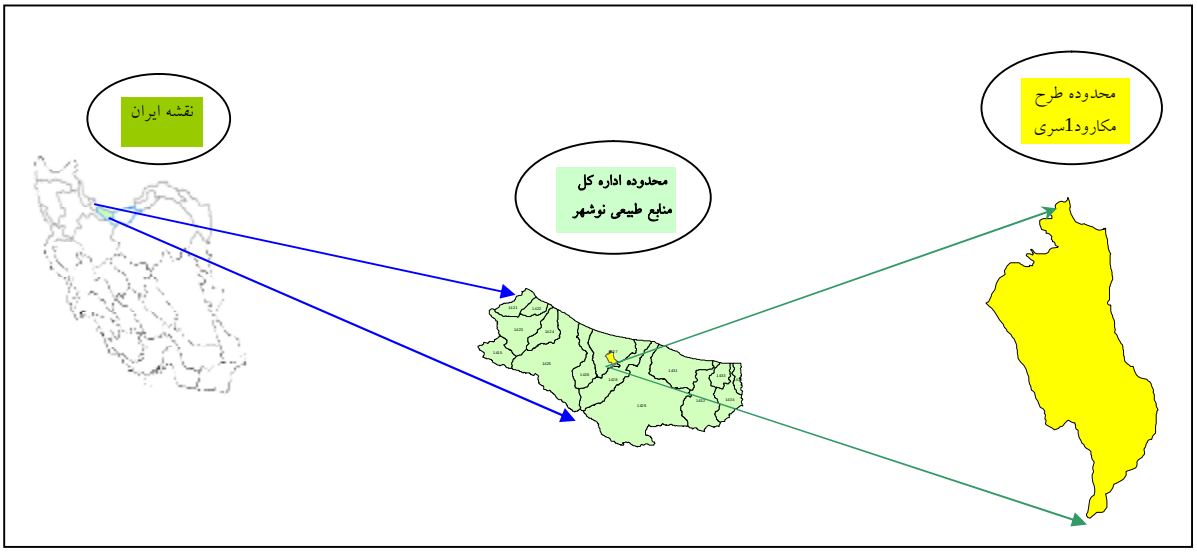
پیشنهادها

با توجه به این‌که زمان تمرکز حوزه نقش بسیار مؤثری در سرعت رواناب و دبی سیلابی دارد و به عبارتی هرچه زمان تمرکز حوزه بالاتر باشد سرعت آب کندتر و به همان میزان قدرت تخریبی آن نیز کمتر می‌گردد و از طرفی در زمان سیلاب علاوه بر آب، رسوبات ریزدانه و درشت دانه نیز در آن معلق بوده و در بسیاری از موارد عامل مهم در مسدود شدن دهانه آبروها و یا کانال‌های کناری جاده می‌باشد، لذا پیشنهاد می‌شود در آبراهه‌های بالادست جاده، عملیات آبخیزداری (بندهای رسوبگیر از نوع گابیون و سنگ ملاتی) به‌منظور اصلاح پروفیل طولی آبراهه، رسوب‌گیری و در نتیجه بالا بردن زمان تمرکز حوزه اجراء گردد.

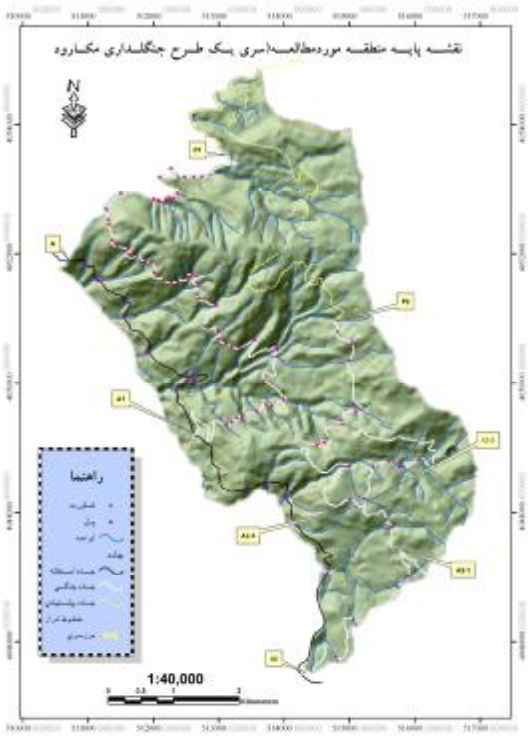
همچنین با عنایت به تحقیق صورت گرفته در خصوص شکستگی‌های شیب جاده (خط القعرها) و ایجاد ماندابی بر اثر رواناب در منطقه طرح که از عوامل مهم تخریب جسم جاده نیز می باشد، پیشنهاد می‌گردد نسبت به اصلاح پروفیل طولی جاده، و یا احداث آبرو با قطر مناسب اقدام گردد.

---

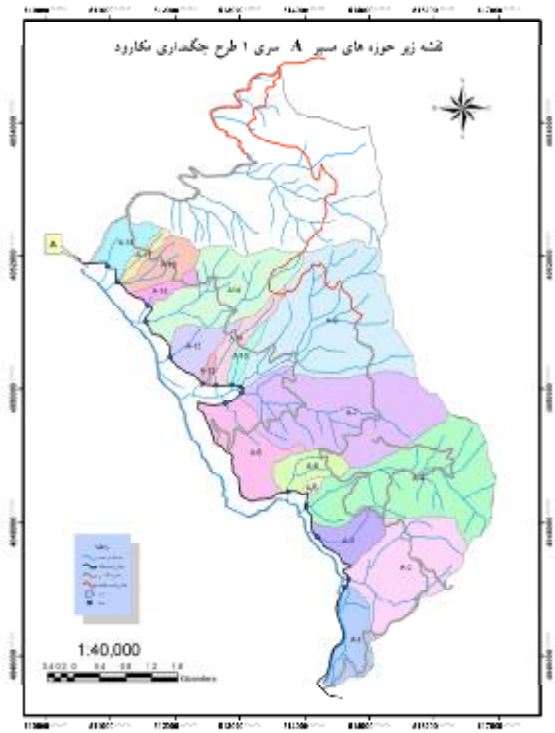
۱ -Rip Rap



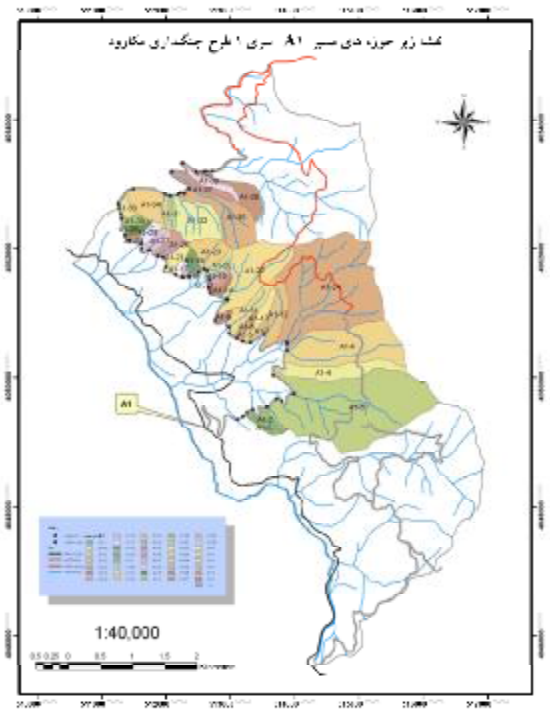
شکل2- نقشه موقعیت مکانی سری یک طرح جنگلداری مکارود در استان و کشور



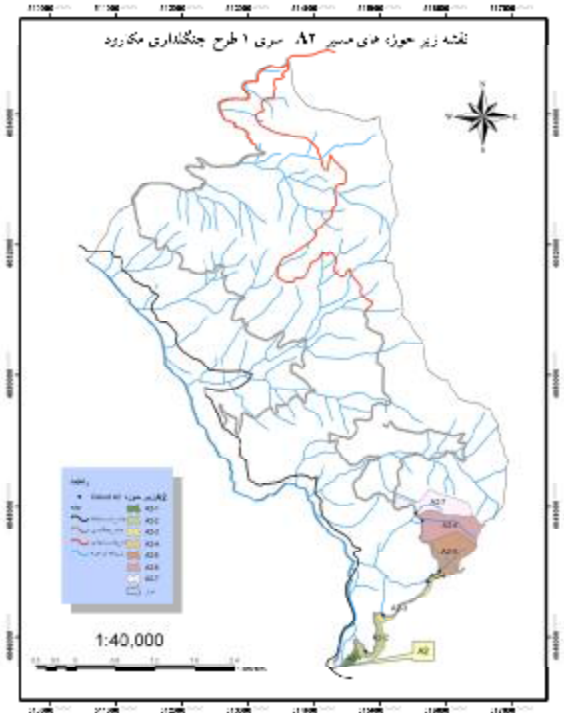
شکل3- نقشه پایه منطقه مورد تحقیق



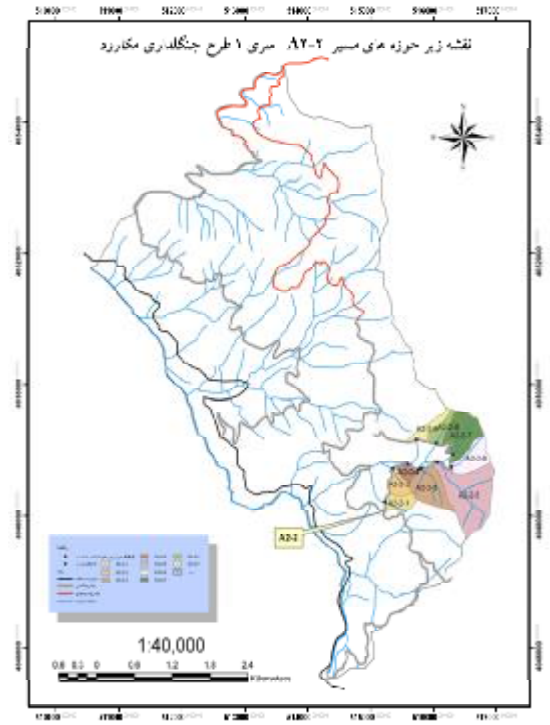
شکل4- نقشه زیر حوزه‌های مسیر A



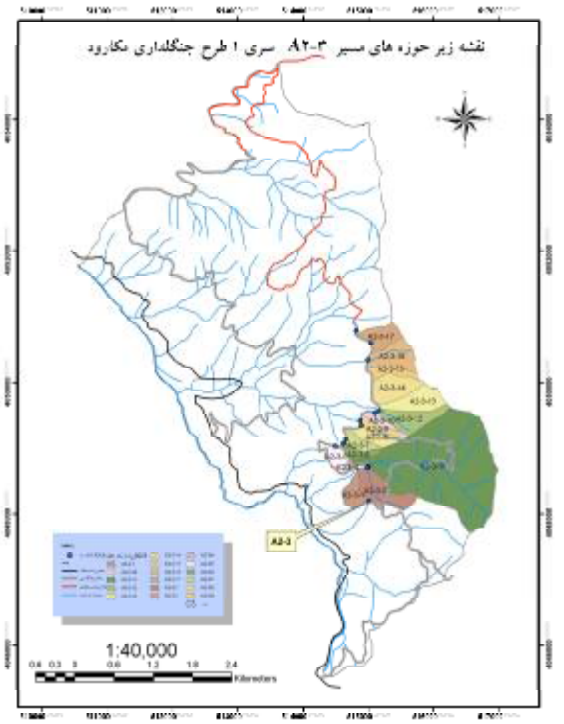
شکل5- نقشه زیر حوزه‌های مسیر A1



شکل6- نقشه زیر حوزه‌های مسیر A2



شکل7- نقشه زیر حوزه‌های مسیر A2-2



شکل8- نقشه زیر حوزه‌های مسیر A2-3

جدول۲: مشخصات زیر حوزه ها ونتایج حاصل از تعیین ابعاد سازه های موجود در خط القعرها بتفکیک مسیرهای جاده جنگلی سری ۱ طرح جنگلداری مکارود

نام مسیر جاده	شمارهزیر حوزه	مساحت	طول دامنه	زمان تمرکز	ساله.... شدت بارندگی با دوره بازگشت های (میلیمتردر ساعت)						سیلاب با دوره بازگشت های ....ساله دبی حداکثر (بر ثانیه مکعب متر)						نوع سازه موجود			
		هکتار	متر	دقیقه	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	پل	سطح مقطع - مترمربع	لوله	قطریه سانتیمتر
A1	A1-1	۵,٦	٦۵۰	٤,۰۷	٦٤	۹۹	۱۲۳	۱۵۳	۱۷٦	۱۹۹	۰,۳	۰,٦	۰,۸	۱	۱,۱	۱,٤۱			*	۸۰
	A1-2	۸,۲	۵۵۰	۳,۵۸	٦۹	۱۰٦	۱۳۲	۱٦٤	۱۸۹	۲۱۳	۰,۵	۰,۹	۱,۲	۱,٦	۱,۸	۲,۲			*	۸۰
	A1-3	۲۱٦,۹	٤۸۵	۱,۹٦	۷۷	۱۱۸	۱٤۷	۱۸۳	۲۱۱	۲۳۸	۱٦,۲	۲۷,۸	۳٦,۳	٤۷,۳	۵۳	٦۵,۹			*	۸۰
	A1-4	۳٦,۲	۹۸۰	٤,٤۷	۵۰	۷۷	۹٦	۱۲۰	۱۳۸	۱۵٦	۱,۸	۳	٤	۵,۲	۵,۸	۷,۲			*	۸۰
	A1-5	۱,٤	۳۲۰	۲,۱٦	۹۳	۱٤۳	۱۷۷	۲۲۱	۲۵٤	۲۸۷	۰,۱	۰,۲	۰,۳	۰,٤	۰,٤	۰,۵			*	۸۰
	A1-6	۹٦,٤	۸٦۰	٤,۳۷	۵۲	۸۰	۹۹	۱۲٤	۱٤۲	۱٦۰	٤,۹	۸,۳	۱۰,۹	۱٤,۲	۱۵,۹	۱۹,۸			*	۸۰
	A1-7	٤,۵	۵۲۰	۳,۷۹	٦۸	۱۰۵	۱۳۰	۱٦۳	۱۸۷	۲۱۱	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۱	۱,۲			*	۸۰
	A1-8	٤,۷	۵۵۰	۳,٤٦	۷۱	۱۰۹	۱۳۵	۱٦۹	۱۹٤	۲۱۹	۰,۳	۰,۵	۰,۷	۰,۹	۱	۱,۳			*	۸۰
	A1-9	۳,۳	۳۳۰	۲,۹۳	۷۷	۱۱۹	۱٤۸	۱۸٤	۲۱۲	۲۳۹	۰,۲	۰,٤	۰,٦	۰,۷	۰,۸	۱			*	۸۰
	A1-10	۱۰,۱	۹۵۲	۵,۸٤	۵۰	۷۸	۹٦	۱۲۰	۱۳۸	۱۵٦	۰,۵	۰,۹	۱,۱	۱,۵	۱,٦	۲			*	۸۰
	A1-11	۱۹,۳	۱۰۷٤	٦,۷۱	٤٤	٦۷	۸۳	۱۰٤	۱۲۰	۱۳۵	۰,۸	۱,٤	۱,۸	۲,٤	۲,۷	۳,۳			*	۸۰
	A1-12	۲۳,۵	۱۰۰۰	۷,٤	٤۲	٦٤	۸۰	۱۰۰	۱۱۵	۱۲۹	۱	۱,٦	۲,۱	۲,۸	۳,۱	٤			*	۸۰
	A1-13	۳,۱	٤۱۲	۲,۵٦	۸۰	۱۲۳	۱۵۳	۱۹۱	۲۱۹	۲٤۷	۰,۲	۰,٤	۰,۵	۰,۷	۰,۸	۱			*	۸۰
	A1-14	٤	٤۰۰	۲,۹۵	۷۳	۱۱۳	۱٤۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲٦	۰,۳	۰,۵	۰,٦	۰,۸	۰,۹	۱,۲			*	۸۰
	A1-15	۵,۲	٤۳۰	۲,۵۳	۷۸	۱۲۰	۱٤۹	۱۸٦	۲۱٤	۲٤۱	۰,٤	۰,۷	۰,۹	۱,۲	۱,۳	۱,٦			*	۸۰
	A1-16	۱,٦	۲۵۷	۱,۵٤	۱۰٤	۱٦۰	۱۹۹	۲٤۹	۲۸٦	۳۲۲	۰,۲	۰,۳	۰,٤	۰,۵	۰,۵	۰,٦			*	۸۰
	A1-17	۳,۳	۲٦۰	۱,۵٦	۱۰۵	۱٦۲	۲۰۱	۲۵۱	۲۸۸	۳۲۵	۰,۳	۰,٦	۰,۷	۱	۱,۱	۱,۳			*	۸۰
	A1-18	۲,۸	۳۲۰	٤,۸۲	۵۳	۸۲	۱۰۲	۱۲۷	۱٤٦	۱٦۵	۰,۱	۰,۳	۰,۳	۰,٤	۰,۵	۰,٦			*	۸۰
	A1-19	٤,۱	۳۸۷	۲,۱۷	۸۷	۱۳۵	۱٦۷	۲۰۹	۲٤۰	۲۷۰	۰,۳	۰,٦	۰,۸	۱	۱,۱	۱,٤			*	۸۰
	A1-20	۷,۷	۵۷٦	۳,۵٤	٦٤	۹۹	۱۲۳	۱۵۳	۱۷٦	۱۹۹	۰,۵	۰,۸	۱,۱	۱,٤	۱,٦	۱,۹			*	۸۰
	A1-21	۸,۸	٤٦٤	۲,۸٤	۷۵	۱۱٦	۱٤٤	۱۷۹	۲۰٦	۲۳۲	۰,٦	۱,۱	۱,٤	۱,۹	۲,۱	۲,٦			*	۸۰
	A1-22	٦۸,۵	۱٤٤۲	۹,۹۳	۳۳	۵۱	٦٤	۸۰	۹۲	۱۰۳	۲,۲	۳,۸	۵	٦,۵	۷,۳	۹			*	۸۰
	A1-23	۱۸,۷	۵۸۰	۳,٤۷	٦۵	۱۰۱	۱۲۵	۱۵٦	۱۸۰	۲۰۳	۱,۲	۲	۲,۷	۳,۵	۳,۹	٤,۸			*	۸۰
	A1-24	۱۹۸,۲	۱۹۹۰	۱۱,۵۲	۳۱	٤۸	٦۰	۷۵	۸٦	۹۷	٦	۱۰,۳	۱۳,۵	۱۷,٦	۱۹,۷	۲٤,۵			*	۸۰
	A1-25	۲	۲٦۰	۲,٤۸	۸۸	۱۳٦	۱٦۹	۲۱۱	۲٤۲	۲۷۳	۰,۲	۰,۳	۰,٤	۰,۵	۰,٦	۰,۷			*	۸۰
	A1-26	۹,۱	۵۲۸	۳,۲	۷۱	۱۰۹	۱۳٦	۱۷۰	۱۹۵	۲۲۰	۰,٦	۱,۱	۱,٤	۱,۸	۲,۱	۲,٦			*	۸۰
	A1-27	۹,۲	٤٦۰	۲,۸۲	۷۹	۱۲۱	۱۵۱	۱۸۸	۲۱٦	۲٤٤	۰,۷	۱,۲	۱,٦	۲,۱	۲,۳	۲,۹			*	۸۰
	A1-28	۷	٤۲۰	۲,۰۸	۸۵	۱۳۱	۱٦۳	۲۰٤	۲۳٤	۲٦٤	۰,٦	۱	۱,۳	۱,۷	۱,۹	۲,٤			*	۸۰
	A1-29	٤,۷	٤۳۸	۳,۲۷	۷۳	۱۱۳	۱٤۰	۱۷۵	۲۰۱	۲۲۷	۰,۳	۰,٦	۰,۸	۱	۱,۱	۱,٤			*	۸۰
	A1-30	۵,٤	۳۷۰	۲,۳۵	۸۸	۱۳۵	۱٦۸	۲۱۰	۲٤۱	۲۷۲	۰,۵	۰,۸	۱	۱,۳	۱,۵	۱,۹			*	۸۰
	A1-31	٦,۷	۵۵۰	۳,۱۸	۷٤	۱۱۵	۱٤۳	۱۷۸	۲۰٤	۲۳۱	۰,۵	۰,۸	۱,۱	۱,٤	۱,٦	۱,۹			*	۸۰
	A1-32	۳۹,۷	۱٦٤۰	۱۰,٦۹	۳٦	۵٦	۷۰	۸۷	۱۰۰	۱۱۳	۱,٤	۲,٤	۳,۱	٤,۱	٤,٦	۵,۷			*	۸۰
	A1-33	٦,۲	۳۲۰	۱,٤۷	۱۰٦	۱٦٤	۲۰٤	۲۵٤	۲۹۲	۳۳۰	۰,٦	۱,۱	۱,٤	۱,۹	۲,۱	۲,٦			*	۸۰
	A1-34	۲۷	۳۵۰	۱,۷٦	۱۰۲	۱۵۸	۱۹٦	۲٤۵	۲۸۱	۳۱۷	۲,۷	٤,٦	٦	۷,۹	۸,۸	۱۰,۹			*	۸۰
	A1-35	٤٦,٦	۱۳٦۰	۸,۰۹	٤۰	٦۲	۷۷	۹٦	۱۱۱	۱۲۵	۱,۸	۳,۱	٤,۱	۵,۳	٦	۷,٤			*	۸۰
	A1-36	۱۷,۹	۱۲۵۸	٦,۷۸	٤۵	٦۹	۸٦	۱۰۸	۱۲٤	۱٤۰	۰,۸	۱,۳	۱,۸	۲,۳	۲,٦	۳,۲			*	۸۰
	A1-37	۱۱,٤	٦٤۰	۳,۷۸	٦۹	۱۰٦	۱۳۱	۱٦٤	۱۸۸	۲۱۳	۰,۸	۱,۳	۱,۷	۲,۲	۲,۵	۳,۱			*	۸۰
	A1-38	۲,۹	٦۲۰	٤,۸۹	٦۲	۹٦	۱۱۹	۱٤۸	۱۷۰	۱۹۲	۰,۲	۰,۳	۰,٤	۰,۵	۰,٦	۰,۷			*	۸۰
	A1-39	۹,۸	۱۱۱۸	۷,۲۱	٤۸	۷۳	۹۱	۱۱٤	۱۳۰	۱٤۷	۰,۵	۰,۸	۱	۱,۳	۱,۵	۱,۸			*	۸۰

ادامه جدول۲ مشخصات زیر حوزه ها ونتایج حاصل از تعیین ابعاد سازه های موجود در خط القعرها بتفکیک مسیرهای جاده جنگلی سری ۱ طرح جنگلداری مکارود

نام مسیر جاده	شماره‌زیر حوزه	مساحت	طول دامنه	زمان تمرکز	ساله.... شدت بارندگی با دوره بازگشت های (میلیمتردر ساعت)						سیلاب با دوره بازگشت های ....ساله دبی حداکثر (بر ثانیه مکعب متر)						نوع سازه موجود			
		هکتار	متر	دقیقه	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	پل	سطح مقطع مترمربع	لوله	قطربه سانتیمتر
A	A-1	۶۹٫۴	۷۵۰	۵٫۵۳	۴۶	۷۲	۸۹	۱۱۱	۱۲۷	۱۴۴	۳٫۱	۵٫۴	۷	۹٫۲	۱۰٫۳	۱۲٫۸	*	۲		
	A-2	۱۹۹٫۵	۲۳۲۰	۱۴٫۴۵	۲۲	۳۵	۴۳	۵۴	۶۲	۷۰	۴٫۴	۷٫۵	۹٫۸	۱۲٫۷	۱۴٫۳	۱۷٫۸	*	۱۵		
	A-3	۵۴٫۸	۱۱۸۳	۶٫۸۹	۴۳	۶۶	۸۲	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۳	۲٫۳	۳٫۹	۵٫۱	۶٫۷	۷٫۵	۹٫۳	*	۶		
	A-4	۳۰۲	۳۶۳۴	۱۹٫۸۶	۲۴	۳۷	۴۶	۵۷	۶۶	۷۴	۷٫۱	۱۲٫۱	۱۵٫۸	۲۰٫۷	۲۳٫۲	۲۸٫۸	*	۲۰		
	A-5	۶٫۸	۴۶۵	۲٫۶۲	۷۵	۱۱۶	۱۴۴	۱۷۹	۲۰۶	۲۳۲	۰٫۵	۰٫۹	۱٫۱	۱٫۵	۱٫۶	۲	*	۲		
	A-6	۵۰٫۳	۱۱۷۰	۶٫۹۳	۳۸	۵۹	۷۴	۹۲	۱۰۵	۱۱۹	۱٫۹	۳٫۲	۴٫۲	۵٫۵	۶٫۲	۷٫۷	*	۲		
	A-7	۳۱۷٫۷	۳۹۰۰	۱۹٫۱۹	۲۳	۳۶	۴۴	۵۵	۶۴	۷۲	۷٫۲	۱۲٫۳	۱۶٫۱	۲۱	۲۳٫۵	۲۹٫۳	*	۴		
	A-8	۱۰۸٫۱	۱۴۰۰	۸٫۳۶	۴۹	۷۵	۹۳	۱۱۶	۱۳۳	۱۵۱	۵٫۱	۸٫۸	۱۱٫۵	۱۵	۱۶٫۸	۲۰٫۸	*	۳		
	A-9	۳۵۸٫۷	۳۲۰۰	۱۵٫۹	۲۷	۴۱	۵۱	۶۴	۷۳	۸۳	۹٫۳	۱۶٫۱	۲۱	۲۷٫۳	۳۰٫۶	۳۸٫۱	*	۲۰		
	A-10	۱۸٫۹	۹۵۰	۴٫۵۷	۶۱	۹۵	۱۱۸	۱۴۷	۱۶۸	۱۹۰	۱٫۱	۱٫۹	۲٫۵	۳٫۳	۳٫۷	۴٫۶	*	۳		
	A-11	۳۸٫۹	۱۸۰۰	۹٫۲۲	۴۰	۶۲	۷۷	۹۷	۱۱۱	۱۲۵	۱٫۵	۲٫۶	۳٫۴	۴٫۵	۵	۶٫۲	*	۸۰		
	A-12	۶٫۶	۴۰۰	۲٫۹۵	۹۰	۱۳۸	۱۷۱	۲۱۴	۲۴۶	۲۷۷	۰٫۶	۱	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۳	*	۸		
	A-13	۴۸٫۹	۶۹۵	۳٫۳۷	۸۰	۱۲۳	۱۵۳	۱۹۱	۲۱۹	۲۴۷	۳٫۸	۶٫۵	۸٫۵	۱۱٫۱	۱۲٫۵	۱۵٫۵	*	۱۲		
	A-14	۱۸۶٫۹	۲۸۰۰	۱۴٫۱۳	۳۳	۵۱	۶۳	۷۸	۹۰	۱۰۲	۶٫۲	۱۰٫۶	۱۳٫۹	۱۸٫۱	۲۰٫۳	۱۵٫۵	*	۲۰		
	A-15	۲۰	۵۵۰	۲٫۶۵	۸۹	۱۳۸	۱۷۱	۲۱۴	۲۴۵	۲۷۷	۱٫۷	۳	۳٫۹	۵٫۱	۵٫۷	۱۵٫۵	*	۱۲		
	A-16	۵۱٫۹	۱۳۲۰	۶٫۳۷	۵۵	۸۵	۱۰۵	۱۳۱	۱۵۱	۱۷۰	۲٫۹	۴٫۹	۶٫۵	۸٫۴	۹٫۴	۱۵٫۵	*	۸		
	A-17	۱۷٫۷	۱۱۰۰	۵٫۴۹	۶۱	۹۴	۱۱۷	۱۴۶	۱۶۸	۱۸۹	۱	۱٫۸	۲٫۳	۳٫۱	۳٫۴	۱۵٫۵	*	۶		
	A-18	۴۵٫۹	۸۳۰	۴٫۲	۷۲	۱۱۱	۱۳۸	۱۷۲	۱۹۸	۲۲۳	۳	۵٫۱	۶٫۷	۸٫۷	۹٫۸	۱۵٫۵	*	۸		
A2	A2-1	۳٫۹	۱۳۰	۱	۱۱۳	۱۷۵	۲۱۷	۲۷۱	۳۱۱	۳۵۱	۰٫۴	۰٫۷	۱	۱٫۳	۱٫۴	۱٫۸			*	۸۰
	A2-2	۱۰٫۱	۲۴۴	۱٫۵۸	۹۱	۱۴۰	۱۷۴	۲۱۷	۲۴۹	۲۸۱	۰٫۹	۱٫۵	۲	۲٫۶	۲٫۹	۳٫۶			*	۸۰
	A2-3	۴٫۵	۱۰۵	۰٫۸۷	۱۰۶	۱۶۴	۲۰۴	۲۵۴	۲۹۲	۳۲۹	۰٫۵	۰٫۸	۱	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۹			*	۸۰
	A2-4	۲٫۵	۶۰	۰٫۳۵	۱۱۱	۱۷۱	۲۱۲	۲۶۵	۳۰۴	۳۴۳	۰٫۳	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۱			*	۸۰
	A2-5	۲۷٫۸	۶۸۳	۴٫۶	۴۰	۶۱	۷۶	۹۵	۱۰۹	۱۲۳	۱٫۱	۱٫۸	۲٫۴	۳٫۱	۳٫۵	۴٫۴			*	۸۰
	A2-6	۳۲٫۲	۹۷۰	۶٫۴۶	۳۳	۵۱	۶۴	۸۰	۹۲	۱۰۳	۱	۱٫۸	۲٫۳	۳٫۱	۳٫۴	۴٫۳			*	۸۰
	A2-7	۲۵٫۴	۹۲۰	۶٫۲۷	۳۴	۵۲	۶۴	۸۰	۹۲	۱۰۴	۰٫۸	۱٫۴	۱٫۹	۲٫۴	۲٫۷	۳٫۴			*	۸۰
A2-2	A2-2-1	۱۰٫۵	۳۵۲	۲٫۴۲	۵۹	۹۱	۱۱۳	۱۴۲	۱۶۳	۱۸۴	۰٫۶	۱	۱٫۴	۱٫۸	۲	۲٫۵			*	۸۰
	A2-2-2	۱۰٫۶	۲۵۲	۱٫۷۳	۷۲	۱۱۱	۱۳۸	۱۷۲	۱۹۷	۲۲۳	۰٫۷	۱٫۳	۱٫۷	۲٫۲	۲٫۴	۳			*	۸۰
	A2-2-3	۲۷٫۲	۶۴۰	۴٫۴۲	۴۲	۶۵	۸۰	۱۰۰	۱۱۵	۱۳۰	۱٫۱	۱٫۹	۲٫۵	۳٫۳	۳٫۶	۴٫۵			*	۸۰
	A2-2-4	۵٫۸	۲۴۴	۱٫۷۷	۷۲	۱۱۱	۱۳۸	۱۷۲	۱۹۷	۲۲۳	۰٫۴	۰٫۷	۰٫۹	۱٫۲	۱٫۳	۱٫۷			*	۸۰
	A2-2-5	۶۱٫۱	۱۳۰۰	۹٫۳۵	۲۷	۴۱	۵۱	۶۳	۷۳	۸۲	۱٫۶	۲٫۷	۳٫۵	۴٫۶	۵٫۲	۶٫۴			*	۸۰
	A2-2-6	۲۰٫۴	۷۳۱	۴٫۶۶	۳۹	۶۱	۷۶	۹۴	۱۰۸	۱۲۲	۰٫۸	۱٫۳	۱٫۸	۲٫۳	۲٫۶	۳٫۲			*	۸۰
	A2-2-7	۲۹٫۲	۵۷۰	۳٫۷۳	۴۴	۶۷	۸۴	۱۰۴	۱۲۰	۱۳۵	۱٫۲	۲٫۱	۲٫۸	۳٫۶	۴٫۱	۵٫۱			*	۸۰
	A2-2-8	۹٫۱	۵۷۰	۳٫۶۱	۴۴	۶۸	۸۴	۱۰۵	۱۲۱	۱۳۶	۰٫۴	۰٫۷	۰٫۹	۱٫۱	۱٫۳	۱٫۶			*	۸۰
	A2-2-9	۹٫۳	۷۲۰	۵٫۰۷	۳۶	۵۵	۶۸	۸۵	۹۷	۱۱۰	۰٫۳	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۹	۱٫۱	۱٫۳			*	۸۰
A2-3	A2-3-1	۱۲٫۵	۳۵	۰٫۲۵	۱۰۱	۱۵۵	۱۹۳	۲۴۰	۲۷۶	۳۱۱	۱٫۲	۲٫۱	۲٫۷	۳٫۶	۴	۵			*	۸۰
	A2-3-2	۲۶٫۷	۹۵۰	۶٫۷۳	۳۵	۵۵	۶۸	۸۵	۹۷	۱۱۰	۰٫۹	۱٫۶	۲٫۱	۲٫۷	۳	۳٫۸			*	۸۰
	A2-3-3	۰٫۷	۱۲۵	۱٫۰۷	۹۷	۱۵۰	۱۸۶	۲۳۲	۲۶۷	۳۰۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۳			*	۸۰
	A2-3-4	۱٫۲	۲۰۰	۱٫۶۴	۸۳	۱۲۸	۱۶۰	۱۹۹	۲۲۹	۲۵۸	۰٫۱	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۴			*	۸۰
	A2-3-5	۱۱٫۴	۴۰۰	۳٫۶۶	۵۶	۸۶	۱۰۷	۱۳۳	۱۵۳	۱۷۲	۰٫۶	۱٫۱	۱٫۴	۱٫۸	۲	۲٫۵			*	۸۰
	A2-3-6	۷٫۹	۲۵۰	۱٫۹۵	۷۸	۱۲۰	۱۶۹	۱۸۶	۲۱۳	۲۴۰	۰٫۶	۱	۱٫۳	۱٫۷	۱٫۹	۲٫۴			*	۸۰
	A2-3-7	۸٫۶	۴۵۲	۳٫۲۲	۶۰	۹۲	۱۱۴	۱۴۲	۱۶۳	۱۸۴	۰٫۵	۰٫۹	۱٫۱	۱٫۵	۱٫۶	۲			*	۸۰
	A2-3-8	۱۲	۴۹۰	۳٫۲۵	۵۶	۸۶	۱۰۷	۱۳۴	۱۵۴	۱۷۴	۰٫۷	۱٫۱	۱٫۵	۱٫۹	۲٫۲	۲٫۷			*	۸۰
	A2-3-9	۷٫۴	۶۹۰	۴٫۸۲	۴۴	۶۸	۸۵	۱۰۶	۱۲۱	۱۳۷	۰٫۳	۰٫۵	۰٫۷	۰٫۹	۱	۱٫۳			*	۸۰
	A2-3-10	۷	۱۵۰	۰٫۷۵	۱۰۵	۱۶۲	۲۰۲	۲۵۲	۲۸۹	۳۲۶	۰٫۷	۱٫۲	۱٫۶	۲٫۱	۲٫۴	۲٫۹			*	۸۰
	A2-3-11	۲۱۸٫۳	۲۳۵۰	۱۵٫۸۴	۲۰	۳۰	۳۷	۴۷	۵۴	۶۰	۴٫۱	۷٫۱	۹٫۳	۱۲٫۱	۱۳٫۶	۱۶٫۹			*	۸۰
	A2-3-12	۲۳٫۶	۶۲۴	۳٫۲۳	۵۲	۷۹	۹۹	۱۲۳	۱۴۱	۱۵۹	۱٫۲	۲	۲٫۶	۳٫۵	۳٫۹	۴٫۸			*	۸۰
	A2-3-13	۲۳٫۹	۹۶۵	۵٫۳۴	۳۹	۶۰	۷۵	۹۳	۱۰۷	۱۲۱	۰٫۹	۱٫۶	۲	۲٫۶	۳	۳٫۷			*	۸۰
	A2-3-14	۲۴٫۶	۷۷۵	۴٫۳۱	۴۴	۶۸	۸۴	۱۰۵	۱۲۱	۱۳۶	۱٫۱	۱٫۸	۲٫۴	۳٫۱	۳٫۴	۴٫۳			*	۸۰
	A2-3-15	۱۰٫۳	۷۵۰	۴٫۱۵	۴۵	۶۹	۸۶	۱۰۷	۱۲۳	۱۳۹	۰٫۵	۰٫۸	۱	۱٫۳	۱٫۵	۱٫۸			*	۸۰
	A2-3-16	۲۳	۷۳۵	۴٫۳۳	۴۴	۶۸	۸۵	۱۰۶	۱۲۲	۱۳۷	۱	۱٫۷	۲٫۲	۲٫۹	۳٫۲	۴			*	۸۰
	A2-3-17	۱۶٫۸	۴۹۰	۳٫۳۸	۵۱	۷۹	۹۸	۱۲۳	۱۴۱	۱۵۹	۰٫۸	۱٫۴	۱٫۹	۲٫۴	۲٫۷	۳٫۴			*	۸۰

منابع

1- طرح جنگلداری سری یک مکارود (تجدید نظر دوم)، 1387 تهیه شده توسط اداره کل منـابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران – نوشهر.

2- فرداد، ح، 1362، اصول زهکشی و کاربردآن، جلدهای دوم و چهارم، انتشارات دانش و فن.

3- مقصودی، ن.، ص، کوچک زاده، 1373، هیدرولیک کانال ها، انتشارات دانشگاه تهران.

4- مهدوی، م.، 1371، هیدرولوژی کاربردی، جلدهای اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

5- نظری، م.، 1379، طراحی زهکشی در جاده های جنگلی – مطالعه موردی در سری گرازبن جنگل آموزشی – پژوهشی خیرود کنار نوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه تهران.

6- نیکوی، م.، 1384، طرّاحی زهکش های عرضی جاده جنگلی در سری سیاهبیل حوزه آبخیز اسالم، جلد 58، شماره 2، مجله منابع طبیعی ایران.

9-Adams, P.w. and C.W.Andrus. 1990. Planing secondary roads to reduce erosion and sedimentation in humid tropic steeplands. Pp. 318-327. Proc. Eiji symp., Int. SSOC.Hydrolo. Sci., Wallingford, U.K.

10-Campbell, A. J. and R.C. sidle. 1984. Prediction of Peak flows on small watersheds in Oregon for use in culvert design water Resources Bulletin.20 (1): 9-14. Forbes, R.D. 1961. Forestry handbook. 365P.