دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

ارزیابی وضعیت زهکشی و بررسی فاکتورهای تاثیر گذار در بروز فرسایش درجاده های جنگلی
مطالعه موردی سری ۲ حوزه ۹ طرح جنگلداری شفارود(خجه دره)

از

بهنام ایروانی نژاد

استاد راهنما

دکتر رامین نقدی

تیر ۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده منابع طبیعی
گروه جنگلداری

عنوان:

ارزیابی وضعیت زهکشی و بررسی فاکتورهای تاثیر گذار دربروز فرسایش درجاده های جنگلی
مطالعه موردی سری ۲ حوزه ۹ طرح جنگلداری شفارود(خجه دره)

از:
بهنام ایروانی نژاد

استاد راهنما:
دکتر رامین نقدی

استادان مشاور:
دکترمهرداد نیکوی
دکتر امان محمد کلته

تقدیم به :

همسرمهربانم

تقدیر وتشکر:

لازم است از تمام عزیزانی که در انجام پایان نامه به این حقیر یاری رسانده اند مراتب قدردانی وسپاس خود را اعلام نمایم . بالاخص از جناب آقای دکتر رامین نقدی که با رهنمود های خویش اینجانب را بهره مند نمودند ونیز از اساتید مشاور آقایان دکتر مهرداد نیکوی ودکتر امان محمد کلته که با تذکرات لازم در انجام پایان نامه کمکهای شایانی به اینجانب ارائه نمودند و نیز دکتر نصرت اله رأفت نیا، کمال سپاس را دارم .

همچنین از دوستان بسیار عزیزم جناب آقایان مهندس احمد مباشر امینی و دکتر سالار اسماعیل پور ، که در تمامی مراحل انجام پایان نامه با مساعدت ها و نظرات خود به اینجانب یاری رسانیدند تشکر نموده وآرزوی موفقیت برای آنها دارم .

فهرست

صفحه

عنوان

چکیده
فصل اول
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- فرضیات ۳
۱-۳- هدف از انجام پژوهش ۳
۱-۴- مفاهیم ، اصطلاحات و تعاریف ۴
۱-۵- انواع زهکشی ۵
۱-۶-لوله های رضی: ۶
۱-۷- مسیر زهکش‌ها ۷
۱-۸- نکات فنی لازم در انتخاب مسیر ۷
۱-۹– سابقه تحقیقات ۸
فصل دوم مواد وروش پژوهش
۲-۱ - منطقه ی مورد مطالعه. ۱۳
۲-۱-۱- موقعیت جغرافیایی: ۱۳
-شبکه هیدروگرافی ۱۷
۲-۱-۳- فیزیوگرافی رویشگاه: ۱۸
۲-۱-۴- هواشناسی ۱۹
۲-۱-۵- زمین شناسی: ۲۰
۲-۱-۵-۱- زمین از نوع $L\text{-}KT_1$ ۲۰
۲-۱-۵-۲- زمین از نوع $L\text{-}KT_2$ ۲۰
۲-۱-۶- خاکشناسی: ۲۱
۲-۱-۶-۱- تیپ خاک تکامل نیافته رانکر: ۲۱
۲-۱-۶-۲-قهوه ای جنگلی با pH اسیدی: ۲۱
۲=۱-۷- وضعیت توده های جنگلی: ۲۱
۲-۱-۸- وضعیت جاده سازی: ۲۱
۲-۱-۹-استاندارد و مشخصات فنی جاده‌های جنگلی درجه ۲ (سازمان جنگلها) ۲۲
۲-۱-۱۰-استاندارد و مشخصات فنی و مهندسی جاده‌های جنگلی درجه ۳ (سازمان جنگلها) ۲۲
۲-۲-روش تحقیق : ۲۴
۲-۲-۱- دستیابی به رابطه ای منطقی بین پارامترهای برداشت شده وتخریب ها وفرسایش موجود ومقایسه باحالت استاندارد ۲۴
۲-۲-۲-بررسی وضعیت موجود زهکشی وابنیه بکار رفته وانتخاب لوله های زهکشی مناسب ۲۴
۲-۲-۲-۱- تعیین زیر حوزه ها ۲۴
۲-۲-۲-۲- تعیین حداکثر دبی رواناب بر اساس فرمول استدلالی ۲۵
۲-۲-۲-۳-ضریب رواناب سطحی ۲۶
۲-۲-۲-۴- شدت بارندگی ۲۸
۲-۲-۲-۵- قطر لوله مورد نیاز ۲۸
۲-۲-۲-۶- مساحت زیرحوزه‌ها ۲۹
۲-۲-۲-۷-دوره بازگشت ۲۹
فصل سوم نتایج
۳-۱- تجزیه وتحلیل آماری برخی از مشخصه های فنی جاده ۳۱
۳-۲- ارتباط منطقی بین مشخصات فنی جاده ۳۱
۳-۴- بررسی وضعیت زهکشی موجود ۳۳
۳-۴-۱- تعیین زیر حوزه ها ۳۳
۳-۴- ۲- ضریب رواناب سطحی ۳۴
۳-۴-۳- منحنی های مدت- شدت بارندگی ۳۴
۳-۴-۴- مساحت زیرحوزه‌ها ۳۴

۳-۴- ۵-تعیین حداکثر دبی رواناب براساس فرمول استدلالی ۳۵
۳-۴-۶- انتخاب قطر لوله برحسب دبی حدا کثر ۳۵
۳-۴-۷- متوسط فاصله زهکشی عرضی ۳۷
۳-۴-۸- مقایسه محل و قطر لوله‌های موجود با لوله‌های زهکش عرضی برآوردی ۳۷
۳-۴- ۹- وضعیت نقاط پیشنهادی ۳۸
۳-۴- ۱۰- وضعیت تثبیت دهانه خروجی : ۳۸
۳-۴- ۱۱- وضعیت دهانه ورودی : ۳۹
۳-۴-۱۲- ضخامت لایه روسازی وزیر سازی : ۴۱
۳-۴-۱۳- جوی کناری ۴۱
۳-۴-۱۴- رعایت شیب طولی وعرضی جاده ۴۲
۳-۴-۱۵- طراحی مسیر : ۴۳
فصل چهارم : بحث و نتیجه گیری ۴۵

۴-۱- مقایسه انواع روشهای تعیین زیر حوزه ها ۴۶
۴-۲- زهکشهای عرضی ۴۶
۴-۳-عدم وجود جوی کناری ۴۷
۴-۴- نگهداری جاده ۴۷
۴-۵-پیشنهادات: ۴۸
۴-۵-۱ احداث جوی کناری ۴۸
۴-۵-۲- اطلاعات هیدرولوژی ۴۹
منابع مورد استفاده ۵۱

فهرست جداول

جدول شماره ۳-۱- میزان متوسط بارندگی ایستگاه پونل، حوزه شفارود ۱۹
جدول شماره ۳-۲- طبقه بندی دومارتن ۱۹
جدول شماره ۳-۳- تعیین ضریب بارندگی و ماه های خشک و مرطوب منطقه ۱۹
جدول۲-۱ استاندارد و مشخصات فنی و مهندسی جاده‌های جنگلی (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور) ۲۳
جدول۲- ۳ضریب رواناب سطحی در فرمول استدلالی (مهدوی، ۱۳۸۴) ۲۴
جدول (۳-۱) آنالیز آماری مربوط به ۶۵ نمونه برداشت شده شامل میانگین، انحراف معیار و اشتباه معیار ۲۷
جدول (۳-۲) آنالیز همبستگی پیرسون بین فاکتورهای جاده ۳۱
جدول (۳-۳) همبستگی بین عوامل موثر درزهکشی ومشخصات فنی جاده ۳۲
جدول ۳-۵ مساحت زیرحوزه‌ها ۳۴
جدول (۳-۶) مشخصات هیدروگرافی زیر حوزه ها ۳۵
جدول (۳-۷) دستورالعمل دپارتمان جنگلداری ویرجینیا درایالات متحده برای لوله های جایگزین ۳۶
جدول ۳-۸ تعیین قطر لوله برحسب اینچ از طریق روش استدلالی ونموگراف و اصلاح آن با روش لوله های جایگزین ۳۶
جدول (۳-۹) وضعیت زهکش های عرضی موجود ۳۷
جدول ۳-۱۰- وضعیت و موقعیت نقاط نیازمند به تعبیه زهکش عرضی ۳۸

فهرست شکلها

شکل ۱-۱ - چند نمونه از لوله های مورد استفاده در جاده های جنگلی ۷
شکل ۲-۱- موقعیت جغرافیایی سری دو شفارود ۱۳
شکل ۲-۲ نقشه جهات جغرافیایی ۱۴
شکل۲-۳ نقشه شیب ۱۵
شکل ۲-۴ نقشه ارتفاع ۱۶
شکل۲-۵- نقشه جاده مورد مطالعه ۱۷
شکل ۲-۶– نقشه ابراهه ها وزیرحوزه ها ۱۸
شکل ۲-۷-نمودار منحنی آمبروترمیک سری دو شفارود ۲۰
شکل ۲-۸- نموگراف برآورد قطر به اینچ در لوله‌های سیمانی

شکل ۳-۱ نمایی از تخریب گسترده به دلیل عدم رعایت اصول اولیه نگهداری جاده..... ۲۹
شکل ۳-۲-تعیین واحدهای هیدرولوژیک..... ۳۲
شکل ۳-۳ – منحنی های شدت بارندگی مربوط به منطقه هشتپر..... ۳۳
شکل ۳-۴ موقعیت لوله های پیشنهادی ولوله های موجود..... ۳۴
شکل ۳-۵ عدم تثبیت دهانه خروجی وفرسایش دیواره خاکریزی که منجر به کاهش سطح بستر شده است..... ۳۸
شکل ۳-۶- عدم وجود حوضچه در دهانه ورودی لوله..... ۳۹
شکل ۳-۷ -گرفتگی دهانه لوله زهکشی وکاهش سرعت جریان آب..... ۴۰
شکل ۳-۸ - از هم گسیختگی حلقه های بتونی به کار رفته در ساخت لوله..... ۴۰
شکل۳-۹ -تجمع رواناب روی سطح جاده در اثر فقدان جوی کناری..... ۴۱
شکل ۳-۱۰ – ریزش دامنه خاکبرداری به دلیل عدم تثبیت دیواره..... ۴۲
شکل ۳-۱۱- تجمع آب در فرورفتگی های سطح جاده و تخریب بستر..... ۴۲
شکل ۳-۱۲- وجود چشمه در مسیر جاده جنگلی عامل مهمی درتخریب جاده..... ۴۳

چکیده

عنوان: ارزیابی وضعیت زهکشی و بررسی فاکتورهای تاثیر گذار دربروز فرسایش درجاده های جنگلی مطالعه موردی سری ۲ حوزه ۹ طرح جنگلداری شفارود(خجه دره)

بهنام ایروانی نژاد

عوامل مختلفی در تخریب جاده های جنگلی دخالت دارند که مهمترین آنها رواناب های تولید شده بر اثر بارندگی می باشد که مستقیماً سطح جاده های جنگلی را تهدید می نمایند. برای به حداقل رسانیدن این صدمات می بایست یک سیستم زهکشی متناسب با وضعیت منطقه طراحی و ساخته شود و تعداد و قطر لوله های مورد نیاز به دقت محاسبه گردد . در بررسی بعمل آمده دراین تحقیق ابتدا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش تجمیع جریانات سطحی و انجام عملیات جنگل گردشی منطقه به ۱۴ زیر حوزه تقسیم گردید و در هر زیر حوزه با توجه به عواملی همچون شدت بارندگی ، حجم رواناب ، ضریب رواناب سطحی و مساحت هر زیر حوزه ، قطر و تعداد لوله های مناسب زهکشی عرضی محاسبه گردید و مشخص شد که زهکش های عرضی موجود دارای قطر و تعداد مناسبی نمی باشند لذا قادر به جوابگویی حجم رواناب موجود در منطقه نیستند. بعد از انجام محاسبات مشخص گردید تعداد لوله های تعبیه شده کمتر از نیاز جاده مورد مطالعه می باشد. درضمن همه لوله های تعبیه شده دارای قطر ۶۰ تا ۸۰ سانتی متر می باشند در حالیکه لوله هایی با قطر ۳۰ تا ۴۲ سانتیمتر می توانند جوابگوی انتقال حجم رواناب ایجاد شده دربسیاری از نقاط باشند . از طرفی در پاره ای از نقاط دیگرکه نیاز به تعبیه لوله بوده است هیچ تدبیری برای نصب لوله لحاظ نشده است . عدم نگهداری صحیح از جاده جنگلی مورد مطالعه نیز باعث بروز تخریب گسترده در طول مسیر جاده گردیده است و تمامی عوامل موثر زهکشی را تحت تأثیر قرارداده است به طوری که ارتباط بین عوامل زهکشی جاده قطع گردیده و تجزیه و تحلیل آماری برخی از این عوامل نیز عدم همبستگی بین پارامترهای فنی و عوامل زهکشی جاده مورد مطالعه را نشان می دهد.

کلمات کلیدی: زهکشی ، جاده های جنگلی ، رواناب ، فرسایش

فصل اول

۱-۱- مقدمه

جاده های جنگلی نقش اساسی در مدیریت، حفاظت و احیا جنگلها در مناطق کوهستانی دارند. در ایران که مساحت آن برابر ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع می باشد، ۱۲ میلیون هکتار جنگل در اقالیم مختلف وجود دارد که حدود ۱/۹ میلیون هکتار آن در دامنه‌های شمالی سلسله جبال البرز با عرض متوسط ۳۰ کیلومتر در طول جغرافیایی ۴۸/۳۰ تا ۵۶/۷ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ تا ۳۸/۳ درجه شمالی گسترده شده است(سازمان مدیریت وبرنامه ریزی کشور ۱۳۸۳). با توجه به اهمیت شبکه جاده‌های جنگلی در طرح‌های اجرایی جنگلداری شمال کشور و نیاز به طراحی بر مبنای اصل مدیریت پایدار، نیاز به شبکه جاده، مطابق با استانداردهای رایج می‌باشد. از طرفی برای انجام امور وابسته به یکدیگر در جنگل مانند حمایت جنگل، پرورش جنگل، جنگلکاری، حفاظت و بهره‌برداری متناسب با اکولوژی، وجود راه‌های ارتباطی و دسترسی اثبات شده است. احداث جاده در جنگلداری، دارای دو جنبه مثبت و منفی است. جاده یک بخش ضروری درانجام عملیات بهره‌برداری، جنگل‌شناسی، جنگلکاری و سایر اقدامات لازم در جنگل است (های[۱]،۱۹۹۶). از طرف دیگر احداث جاده اثرات منفی زیست محیطی، ازجمله؛ کاهش سطح جنگل، تخریب زهکشی طبیعی، تخریب خاک و آب رسوب رودخانه‌ای را در پی دارد (گاردنر[۲]،۱۹۹۷؛ ایگان[۳] و همکاران، ۱۹۹۸).

از آنجایی که جاده اساس و پایه اجرای طرح‌های جنگلداری می‌باشد لذا پرداختن به ساخت و طراحی آن به سبب اهمیت ویژه آن دارای اعتبار خاصی بوده، چرا که پروژه ساخت جاده‌های جنگلی در واقع دخالت در طبیعت بکر و ناشناخته جنگل بوده و منجر به برهم زدن تعادل طبیعی منطقه می‌شود. مسائل مربوط به شرایط پایداری شیروانی‌های خاکی، پایداری دیواره‌های حائل و تأثیر حرکت یا سکون آب‌های زیرزمینی از جمله مسائلی هستند که بررسی آنها جهت احداث بستر جاده ضروری می‌باشد (امان زاده، ۱۳۷۵).

جاده یک ضرورت برای به واقعیت پیوستن ایده‌ها و اصول و طرح‌های مدیریتی در واحد جنگلداری است. جاده‌های جنگلی برای دسترسی به جنگل و برای حمل و نقل محصولات چوبی و غیر چوبی در سطح ملی و بین‌المللی مورد نیاز هستند و از این دیدگاه عموماً در درآمد ملی کشور نقش ایفا می‌نمایند. اگر جاده‌های جنگلی با توجه به اثرات منفی آن در نظر گرفته شود، قاعدتاً فعالیت‌های جنگلداری را باید متوقف نمود، ولی از آنجا که این امر غیر ممکن به نظر می‌رسد، بنابراین باید آن را پذیرفت و خطرات زیست محیطی آن را به صورت مستقیم یا غیر مستقیم کاهش داد (ساریخانی و مجنونیان، ۱۳۸۴).

باتوجه به بارندگیهای فراوان وتوپوگرافی خاص مناطق جنگلی کوهستانی درشمال کشور ،احداث ونگهداری جاده های جنگلی در چنین مناطقی نیازمند رعایت اصول مهمی درزمینه هدایت ،کنترل وزهکشی آب درمسیر جاده ها می باشد.جایگاه مهم حفاظت جاده های جنگلی ازجریانهای آب زمانی بیشتر روشن می شود که بدانیم آب به عنوان مهمترین عامل تخریب جاده شناخته شده است. (رافت نیا،۱۳۶۷) .

در حالت کلی، احداث جاده و مسیرهای چوب‌کشی، شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی جاده‌ها، تقاطع جاده با آبراهه‌ها و رودخانه‌ها و زهکش‌ها نظم هیدرولیک منطقه را بر هم می‌زنند (امینی، ۱۳۷۱). لذا یکی از مسایل بسیار مهم که در کاهش اثرات تخریب کننده جاده‌ها مطرح می‌باشند، زهکش‌های مناسب و متناسب با طبیعت منطقه هستند.

زهکشی در جاده های جنگلی به طور عمده به هدایت حداکثر مقدار رواناب حاصل از بارش یک دوره بازگشت معین معطوف بوده و این هدف امروزه با در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی همواره در کنار مسئله کنترل فرسایش و به حداقل رساندن میزان حمل رسوب و رسوبگذاری در مناطق پایین دست نهرها و رودخانه ها مطرح می شود ریزش باران سبب فرسایش خاک و تولید رسوب می‌گردد و در مراحل بعدی رسوب گذاری، مواد فرسایش‌یافته در کانال‌ها و آبراهه‌ها سبب افزایش سطح سیلابی و ایجاد لطمات و خسارات مالی می‌گردد (ساریخانی و مجنونیان، ۱۳۸۴).

تجمع رسوب در زهکش‌های جاده از جمله مسائلی است که گاهی باعث شکست کامل یک سیستم زهکشی می‌گردد. در شرایطی که خاک فاقد ساختمان تکامل یافته باشد، پایداری ذرات بسیار کم و قابلیت تفکیک‌پذیری ذرات بسیار زیاد بوده و

---

[۱] - Hay
[۲] - Gardner
[۳] - Egan

در نتیجه به طور بالقوه احتمال زیادی از نظر ایجاد خطر گرفتگی زهکش‌ها وجود خواهد داشت (کشکولی و همکاران، ۱۳۸۱). زمانی که ریزش باران‌های ممتد یا ذوب برف‌ها از ظرفیت نگهداری آب یک حوزه تجاوز نماید، مازاد آن باید به صورت هرز آب به مناطق پایین انتقال یابد (ساریخانی و مجنونیان، ۱۳۸۴).

بنابراین جهت جلوگیری از تخریب جاده در اثر هرزآب مناطق بالای جاده، هدایت آب به درون کانال کناری و احداث آبروها ضروری می‌نماید. یعنی می‌توان با انجام یک سری محاسبات در جهت ایجاد زهکش اقدام نموده و با در نظر گرفتن قطر مناسب لوله‌های زهکش و قرار دادن آنها در فواصل مناسب از یکدیگر، جلوی وقوع بسیاری از فرسایش های غیر قابل جبران را گرفت و حتی از آب زهکش شده آنها نیز استفاده بهینه نمود (رفاهی، ۱۳۸۵).

در کل هدف از طراحی زهکش در جاده‌های جنگلی مدنظر قرار دادن یک سری اصول و قواعد است که با توجه به شرایط جنگل از لحاظ پوشش گیاهی، خاک، توپوگرافی و شرایط هیدرولوژیک منطقه بتوان از بروز فرسایش، تخریب و لغزش احتمالی در دامنه‌های جنگلی جلوگیری نموده و هزینه‌ها را به سمت حداقل کاهش داد (نیکوی، ۱۳۷۹). این مهم پس از بررسی هیدرولوژی منطقه و نهایتاً دست یابی به میزان و ابعاد مناسب تاسیسات زهکشی به دست خواهد آمد.

بصورت طبیعی رواناب های ایجاد شده بر اثر بارندگی در سطح منطقه بوسیله شیب نسبی دامنه و آبراهه های موجود عمل زهکشی را بصورت طبیعی انجام می دهند ولی با احداث جاده به خاطر برش عرضی که در دامنه ایجاد می گردد بالطبع این شریان قطع می گردد و همین امر سبب شده تا رواناب ایجاد شده در سطح مناطق خاکریز و یا سطح جاده سرازیر شده در نتیجه باعث فرسایش شدید در سطح جاده و یا در دامنه های پایین دست جاده گردد که نهایتاً سبب قطع عبور و مرور و نتیجتاً اختلال در شبکه ترانسپورت می گردد، لذا باید به نحو مطلوبی این رواناب ها را از طریق احداث کانالهای کناره جاده هدایت و در منطقه خط القعر جاده یا محل تلاقی جاده با آبراهه ها بوسیله ابنیه های فنی نظیر پل، آبرو و سرریز یا آبنما از دامنه بالا دست به سمت پایین دست هدایت شوند تا خسارت حاصله در زمان بروز سیلاب به حداقل ممکن برسد.

تلاش جهت جلوگیری از کاهش سطح مؤثر جنگل (در اثر از دست دادن قسمتی از جاده در اثر زهکشی نادرست) و ممانعت از هدر رفتن سرمایه‌گذاری انجام شده در احداث جاده و نیز حفظ و پایداری تولید و تداوم ترافیک جاده‌ای در جنگل، ضرورت انجام این تحقیق را مشخص می‌سازد. همچنین، در منطقه مورد تحقیق به علت اینکه از احداث قدیمی‌ترین جاده‌های جنگلی سود می‌برد، می‌توان عملیات فنی احداث جاده‌های ایجاد شده را به نقد و بررسی گذارد تا بتوان نقاط ضعف و نقاط قوت آن را تحلیل نموده و با ارائه راهکارهای مناسبی جهت کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری اقدام نمود.

۱-۲- فرضیات

۱. عدم رعایت اصول فنی در زمینه مسایل زهکشی باعث بروز مشکلات فرسایشی در جاده ها ی جنگلی خواهد شد.
۲. با توجه به تناسب طراحی عوامل زهکشی با شرایط طبیعت، نگهداری از سیستم زهکشی مناسب به نظر نمی‌رسد.

۱-۳- هدف از انجام پژوهش

از آنجا که هرساله حجم قابل توجهی از خاک مرغوب و مورد نیاز جنگل، در اثر عوامل مختلف فرسایشی مانند صور مختلف لغزش و رانش و حرکت‌های توده‌ای، از دسترس خارج می‌شود. لذا یافتن راه حلی مناسب جهت کاهش این بحران ضروری می‌نماید. بی شک یکی از علل اصلی وقوع چنین فجایعی عدم توجه به طراحی اصولی و قواعد مربوط به زهکش‌ها می‌باشد. که این تحقیق در نظر دارد گامی هرچند ناچیز در این راستا برداشته و رعایت اصول و قواعد زهکشی را متذکر شده، همچنین با مشخص نمودن دلایل مشکلات زهکشی و هدایت جریانهای آبی مخرب که منجر به فرسایش جاده های جنگلی شده است توجه متخصصین امر و آیندگان را معطوف این مهم نماید.

الف– بررسی وضعیت زهکشی منطقه مورد مطالعه از نظر ابنیه زهکشی به کار رفته و محاسبه نیاز واقعی جاده جنگلی مورد نظر از نظر تعداد و ابعاد لوله های آبرو .

ب- مقایسه ای بین برخی از مشخصه های فنی راه های جنگلی ونیز فاکتور های مشخص کننده بروز فرسایش در جاده‌های جنگلی با حالت استاندارد.

ج- ارایه بهترین و مناسبترین راه کارها جهت برطرف کردن مشکلات زهکشی موجود در جادهای مورد مطالعه

۱-۴- مفاهیم ، اصطلاحات و تعاریف

طراحی و ساخت جاده های جنگلی در کشور براساس معیار ها و تعاریف خاصی که به تأیید کارشناسان فنی سازمان جنگلها ، مراتع و آبخیزی رسیده است صورت می پذیرد و قطعاً هرگونه قضاوت در مورد صحیح یا نا صحیح بودن طراحی و ساخت ابنیه در جاده جنگلی باید با رجوع به این معیار ها و تعاریف صورت گیرد .

دراینجا براساس دستورالعمل حفظ ونگهداری ومرمت راههای جنگلی مصوب شورای فنی ومهندسی سازمان جنگلها مراتع وآبخیزداری کشور(خرداد ۱۳۸۲) مهمترین تعاریف واختصارها درمورد جاده های جنگلی به صورت اجمالی بیان می شود :

۱-۴-۱- بستر روسازی (Road bed): سطح تمام شده خاکی راه که مصالح لایه های روسازی روی آن قرار می‌گیرد.

۱-۴-۲- کف راه (Road way) : آن بخش از سطح راه که برای عبور وتوقف اضطراری وسایل نقلیه اختصاص داده شده است.

۱-۴-۳- سواره رو (Speed way): آن بخش از سطح رویه شنی راه که برای عبور وسایل نقلیه اختصاص داده شده است .

۱-۴-۴- شانه (Shoulder) : آن بخش از سطح جانبی راه که برای کمک به تأ مین محل توقف اضطراری وسایل نقلیه وحفاظت روسازی راه اختصاص داده شده است .

۱-۴-۵- آبرو(ابنیه فنی) (Culvert): هدایت رواناب سطحی ناشی از نزولات جوی از یک طرف حریم راه به طرف دیگر نیازمند ساخت ابنیه فنی وآبرو می باشد .

۱-۴-۶- پل (Bridge): سازه فلزی ، بتنی ویا با مصالح بنائی است که برای عبور از روی آب یا مسیری دیگر ساخته می‌شود.

۱-۴-۷- آب نما (Shudde sag) : سازه سنگی یا بتنی که برای عبور سیلاب از سطح راه ساخته می شود .

۱-۴-۸- آبروهای لوله ای (Pipe sudden sag): لوله های فلزی یا بتنی که برای عبور سیلاب از زیر مسیر راه ساخته می شود .

۱-۴-۹- حجم متوسط ترافیک روزانه (AADT): حجم کل ترافیک عبوری از محل معین یک راه تقسیم بر تعداد روزهای آمار گیری

۱-۴-۹- شیب طولی (Slope): شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می شود که این شیب همان شیب طولی خط پروژه است .

۱-۴-۱۰- شیب عرضی (Cross fall): شیبی است در عرض راه که برای خروج آبهای سطحی وگریز از مرکز در نظر گرفته می شود .

۱-۴-۱۱- شیروانی (Pitchedroof) : شیبی که لبه خارجی شانه (شانه خاکی) را با زمین طبیعی پیوند دهد . (شیب شیروانی ها بر حسب نسبت ارتفاع به طول افق در مقیاس یکسان سنجیده می شود .)

۱-۴-۱۲- آبهای زیر سطحی (Sub surface water): به آبهایی که به طور جانبی از درون خاک زیر سطح زمین به طرف رودخانه یا کانال جریان پیدا می کند آبهای زیر سطحی گفته می شود .

۱-۴-۱۳- رواناب سطحی : (Surface runoff): هنگامی که شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ خاک بیشتر باشد بخشی از آب حاصل از بارندگی در سطح حوزه باقی می ماند این آب پس از پر کردن چاله های سطح زمین به صورت جریان صفحه ای در امتداد بزرگترین شیب به راه می افتد .این بخش از بارندگی را رواناب سطحی می گویند .

۱-۴-۱۴- کانال ، نهر جانبی ، جوی کناری (Side ditch) : آب حاصل از بارش (ریزش باران وآب شدن برف ویخ) بر سواره رو وشانه در امتداد خط بزرگترین شیب کف راه جریان می یابد وپس از رسیدن به لبه خارجی این کف لازم است تخلیه واز راه دور شود . بدین منظور اقدام به تعبیه کانال هدایت آب می شود .

۱-۴-۱۵- حریم راه (Empeting): حریم راه عبارت است از زمینهای بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله معینی از محور راه درهر طرف .

۱-۴-۱۶- شدت بارندگی (Ραινφαλλ ιντενσιτψ) : عبارت است از متوسط حجم باران در طول بارندگی در واحد زمان درواحد سطح که با توجه به طول زمان بارندگی متفاوت است وبا آن نسبت عکس دارد.

۱-۴-۱۷- حوزه آبخیز: حوزه آبخیز سطحی از یک منطقه است که بین خطالرأس‌های آن منطقه محدود گردیده و آبدوی حاصل از بارندگی که روی آن می‌بارد به نقطه واحدی به نام نقطه تمرکز هدایت می‌شود. اگر نقطه تمرکز در داخل حوزه قرار گرفته باشد، یعنی زمانی که؛ حوزه محیط کاملاً مسدودی را تشکیل دهد، آن را حوزه بسته و اگر نقطه تمرکز در انتهای حوزه واقع شده باشد، به طوری که آبدوی بتواند از حوزه خارج شود، آن را حوزه باز می‌نامند. هر نقطه روی یک رودخانه برای حوزه ای که در بالادست آن نقطه واقع شده است نقطه تمرکز محسوب می شود (رفاهی، ۱۳۸۵).

۱-۴-۱۸- زهکشی : زهکشی عبارتست از تغییر شکل شرایط آبهایی که برای جاده های جنگلی زیان آورند از حالت سکون به حرکت یا بلعکس . طراحی صحیح اولیه از نظر محل وچگونگی زهکشی ها بسیار مهم است وتمامی مسائل مربوط به تغییر

مسیر کانالها ، فرسایش سیلابها ، رسوب گذاری ها ، لغزش و رانش می تواند دراثر اجرا و طراحی زهکشی بی مطالعه رخ دهد (ساریخانی ۱۳۷۴).

۱-۴-۱۹- کانال‌های روباز : در هر مجرایی که مایعی در آن در حال جریان بوده و فقط به وسیله کف و دیواره‌های مجرا محصور شده و سطح آب در آن آزاد باشد، به چنین مجرایی کانال روباز اطلاق می‌گردد. یک کانال از نظر ساختمانی و وضع جدار خود ممکن است در یکی از گروه‌های زیر قرار گیرد:

۱- یک کانال یا طبیعی است و یا مصنوعی
۲- ممکن است در زمین حفر شده، دارای پوشش و یا بدون پوشش باشد.
۳- ممکن است از بتن، سنگ، آجر و یا سایر مواد ساختمانی ساخته شده باشند.
۴- ممکن است کانال از یک لوله ساخته شده باشد.

کانال کناری از نظر مقطع هیدرولیکی ممکن است مستطیلی، مثلثی، ذوزنقه‌ای، دایره، نیم‌دایره و یا نامنظم باشد(فائو، ۱۹۹۳).

۱-۵- انواع زهکشی :

الف-زهکش‌های سطحی:

مجموعه مجاری رو بازی که روانآب های ناشی از رگبارها را هدایت و تخلیه می‌نماید، شبکه زهکشی سطحی نامیده می‌شود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳). این آبها اکثرا" در اثر بروز بارندگی بصورت باران و برف درسطح جاده جاری می شود و یا در چاله ها باقی می ماند و خطرات زیادی را بخصوص درجاده های جنگلی که میزان بارندگی زیاد است بوجود می آورد باید درمورد خارج کردن هر چه سریعتر آن اقدام شود تا درجسم جاده نفوذ نکند(خطر ذوب و یخ ، خطر سست کردن بافت روسازی ، خطر سست کردن بافت زیرسازی و غیره). جریان آب سطحی ممکن است فرسایش قابل ملاحظه ای را ایجاد کند که نتیجه آن تخریب روسازی جاده ، ایجاد شیارهای طولی و عرضی درسطح جاده ، تخریب و مسدود کردن کانال های کناری، ایجاد شیارهای آب در روی دیواره ها و در زیر دیواره ها ، حمل مواد ، پر کردن رود خانه ها و نهرها از رسوبات و غیره می باشد(ساریخانی ۱۳۷۴).

در جنگل، یک جاده با طراحی مناسب نیز می‌تواند به عنوان یک ابزار برای زهکشی سطحی عمل نماید. مصالح مناسب به کار رفته در زیرسازی و روسازی راه ، مانع از نفوذ آب به جسم راه شده و با شیب مناسب طراحی، آب را به جوی کناری منتقل می‌نماید.

ب- زهکش‌های عمقی

زهکش‌های روباز یا رو بسته‌ای‌اند که در عمق و فاصله لازم به منظور کنترل سطح آب زیرزمینی و برای مناطقی که منبع تغذیه آنها حاصل بارندگی است و شیب سطح سفره آب زیرزمینی امکان جریان آب زیرزمینی را به اندازه کافی فراهم نمی‌نماید احداث می‌شوند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳).

ج- زهکش‌های حائل

زهکش‌های روباز یا روبسته‌ای‌اند که عموماً عمود بر جهت جریان آب زیرزمینی و به منظور جلوگیری از ورود آب سفره‌های سطحی به مناطق پست احداث می‌شوند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳).

د-زهکش‌های جمع کننده

زهکش‌های روباز یا روبسته‌ای‌اند که جریان زهکش‌های فرعی زیرزمینی یا زهکش‌های حائل را جمع آوری می-نمایند و به زهکش درجه ۲، درجه ۱ و یا زهکش اصلی می‌رسانند. زهکش‌های جمع کننده روباز می‌توانند هرزآب‌های سطحی را نیز برای انتقال به خروجی دریافت نمایند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳ و فائو، ۱۹۹۳).

ه- زهکش‌های فرعی زیرزمینی

زهکش‌هایی هستند که مستقیماً آب اضافی داخل خاک را جمع آوری و به زهکش‌های جمع کننده تخلیه می-نمایند. این زهکش‌ها معمولاً به صورت لوله‌های زیرزمینی نصب می‌شوند (بیرز، ۱۹۸۵).

۱-۶-لوله های عرضی:

در جاده های جنگلی از لوله های عرضی به مراتب بیشتر از سایر معابر عرضی در محل تقا طع نهر و خط القعر با جاده استفاده می شود.لوله های مورد استفاده در راهسازی جنگل از نظر شکل و جنس در انواع مختلفی وجود دارند.لوله های مذکور از نظر شکل در مقاطع دایره ای ،بیضی، مربع و یا نیمدایره ساخته می شوند،که هر کدام در شرایط خاص خود ،دارای مزایایی است که طراح بسته به شرایط می تواند از مقطع مناسب استفاده نماید. به عنوان مثال چنانچه ارتفاع کافی برای نصب لوله با دهانه بزرگ وجود نداشته باشد از لوله با مقطع نیمدایره استفاده می شود و یا در طراحی آبروهایی با دهانه نسبتاً بزرگ ، آنها را بصورت بتن در جا ریخته شده با مقطع مربع احداث می کنند. بسته به شرایط آب و خاک موجود در منطقه از جنسهای خاصی جهت احداث آبرو استفاده می شود و از این لحاظ لوله ها را می توان به انواع بتنی، فلزی، چوبی و پولیکا تقسیم بندی نمود(شکل۱-۱). در زیرشرح مختصری درباره شرایط استفاده از جنسهای مختلف لوله های عرضی و محاسن و معایب آنها آمده است.

الف- لوله های چوبی:

این نوع لوله ها معمولاً از کوبیدن چهار تخته با مقطع چهارگوش ساخته شده و بیشتر جهت زهکشی موقت بخصوص حین عملیات راهسازی در جنگل و یا در راههای فرعی مورد استفاده قرار می گیرند. در این صورت جهت افزایش مقاومت لوله در مقابل پوسیدگی و حمله قارچها و حشرات باید چوبها را اشباع نمود.

ب- لوله های سیمانی:

کاربرداین نوع لوله ها در مناطقی که اسیدیته آب و خاک در آنها پایین است، مطلوب بوده در غیر اینصورت اسیدیته زیاد خطر خورده شدن جسم لوله را افزایش داده و از دوام لوله خواهد کاست. جهت کاهش هزینه های حمل و نقل و نیز خطر ترک خوردن و شکستن لوله های سیمانی در حین حمل و نقل و انتقال، بهتر است آنها را در نزدیکی محل مصرف در جنگل، با استفاده از قالب های مخصوص ساخت.

ج- لوله های گالوانیزه:

این لوله از جنس آهن گالوانیزه می باشند که برای افزایش استحکام آن ، بصورت کرکره ای ساخته می شود. در صورت بالا بودن میزان اسیدیته آب و خاک، معمولاًسطح زیرین این لوله ها را قیر گونی می کنند و نیز در صورت وجود شن و ماسه فراوان همراه آب، بهتر است کف لوله ها از داخل آسفالت شود.

د- لوله های آلومینیومی:

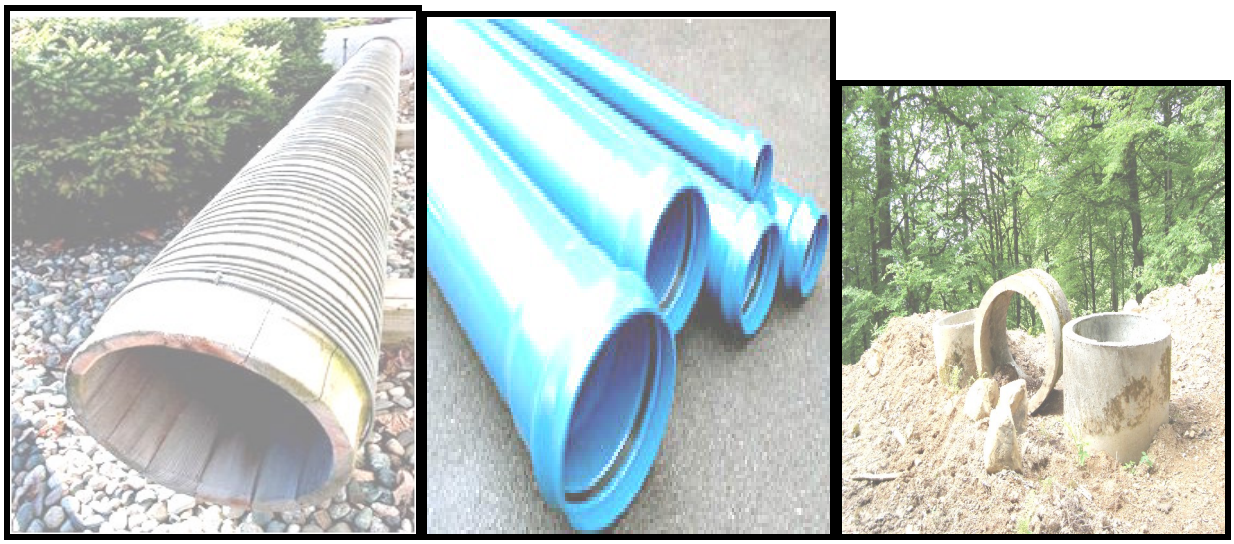
این نوع لوله ها سبک بوده و به راحتی قابل نصب می باشند.خطر اکسیداسیون در آنها بسیار پایین بوده و در برابر خوردگی مقاوم هستند.از ضعف های بزرگ آنها،حساسیت در مقابل فشار و ضربه را می توان نام برد.

ذ- لوله های پولیکا:

این نوع لوله هابه دلیل سبکی، سهولت نصب، دوام، ارزان بودن و مقاومت ساییدگی روز به روز اهمیت بیشتری می یابند.مقاومت آنها در مقابل عوامل شیمیایی بسیار بالا بوده و به علت پایین بودن اصطکاک جداره آنها،خطر گرفتگی و رسوبگذاری در آنها کم بوده و در نتیجه آب را به خوبی از خود عبور می دهند.علاوه بر آن لوله های پولیکا دیرتر از سایر لوله ها یخ می زنندویخ آنها زودتر از دیگر لوله ها ذوب می شود. علیرغم مزایای مذکور ،کم بودن مقاومت آنهادر مقابل فشار و ضربه از جمله معایب این نوع لوله ها محسوب می شود

ر- لوله پلی اتیلن:

این نوع همانند لوله های پلیکا به دلیل سبکی، سهولت نصب، دوام، ارزان بودن و مقاومت ساییدگی روز به روز اهمیت بیشتری می یابند.مقاومت آنها در مقابل عوامل شیمیایی بسیار بالاتر از سایر لوله ها بوده و به علت پایین بودن اصطکاک جداره آنها، خطر گرفتگی و رسوبگذاری در آنها کم بوده و در نتیجه آب را به خوبی از خود عبور می دهند. از مزیت مهم این لوله ها مقاومت در مقابل ضربه می باشد و به اشکال ساده و موجدار وجود دارد.



لوله سیمانی کوتاه　　لوله پولیکا　　لوله چوبی

شکل ۱-۱ - چند نمونه از لوله های مورد استفاده در جاده های جنگلی

در جاده مورد مطالعه لوله های به کار رفته به عنوان زهکش عرضی از نوع لوله های سیمانی کوتاه هستند که برای پوشش تمامی عرض جاده در کنار هم قرار گرفته و لوله واحد و بلندی را ایجاد می کنند که یک سر آن در سمت دیواره خاکبرداری و سر دیگر آن به سمت دیواره خاکریزی قراردارد .

۱-۷- مسیر زهکش‌ها

از عواملی که در تعیین مسیر زهکش موثرند می‌توان: توپوگرافی، اندازه و ابعاد مقطع، مسیر زهکش موجود، محل اتصال شاخه‌های فرعی به زهکش، شرایط زمین‌شناسی مسیر، پایداری مقطع، وضعیت حریم پل‌های موجود و قابل استفاده در مسیر، نحوه کابری اراضی و سایر شرایط فیزیکی مهم را نام برد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳ و فائو، ۱۹۹۲).

۱-۸- نکات فنی لازم در انتخاب مسیر

الف- اصلاح مسیر قدیمی و موجود

در بعضی موارد مسیر زهکش‌های موجود در محدوده مطالعاتی ممکن است با تغییرات جزئی قابل استفاده و رضایت بخش باشند، ولی نباید در مسیرهای پیچ و خم‌دار انتخاب مسیر مناسب، تحت‌الشعاع استفاده حداکثر از طول مسیر قدیمی موجود قرار گیرد. در صورت توجیه اقتصادی می‌توان مسیر زهکش را طوری انتخاب نمود، که از پل‌ها و بناهای موجود در طول راه‌ها در صورتی که از نظر فنی قابل قبول و از عمر آنها نیز سال‌های زیادی باقیمانده باشد استفاده نمود (فائو، ۱۹۹۳).

ب- انتخاب مسیر جدید

در انتخاب مسیر جدید، کوتاهترین مسیر بین دو نقطه، ممکن است شرایط هیدرولیکی لازم برای مسیر زهکش را تأمین نماید. ولی احتمال دارد همه مسائل دیگر مربوط به طرح زهکش را در بر نگیرد و محدودیت‌های خاصی را در مورد سایر شرایط فیزیکی لازم ایجاد نماید. بدیهی است در صورتی که مسیرهای مختلف مورد بررسی در طرح زهکش، هیچ کدام اطمینان‌های لازم در مورد پایداری مسیر را در برنداشته باشند، پیش‌بینی ساختمان‌های تثبیت مسیر در طراحی ضروری خواهد بود (فائو، ۱۹۹۳).

۱-۹- سابقه تحقیقات

الف- تحقیقات انجام شده در خارج از کشور

- روث ول[۱] در سال ۱۹۷۸ مطالعاتی در رابطه با شیب آبروهای احداث شده انجام داد و بعد از مشاهدات خود پیشنهاد کرد که آبروها باید حداقل با شیب سه درصد احداث گردند.این حداقل شیب، جهت حصول اطمینان از افزایش سرعت آب در طول آبر و و عدم رسوبگذاری مواد معلق همراه جریان آب در آبرو بوده تا بدین ترتیب از کاهش ظرفیت و احیاناً انسداد لوله جلوگیری شود. از همین طریق محقق پیشنهاد کرد که شیب لوله آبرو بهتر است دو درصد بیشتر از شیب جاده احداث شده باشد.

- پی یل [۲]و همکاران درسال ۱۹۸۰ طی مطالعه ای ظرفیت هدایت حداکثر مقدار رواناب را در آبروهای احداث شده در نواحی مرکزی آبخیزهای ساحلی ایالت ارگون[۳] مورد ارزیابی قرارداده و آنها را با معیارهای راهنمای طراحی موجود مقایسه نمودند. معیارهایی چون مناسب بودن آبرو برای عبور ماهیان، حداقل کاهش کیفیت آب و قابلیت هدایت سیلاب هایی با دوره بازگشت ۲۵ سال را در ۱۲۸ آبراهه مورد بررسی قرار داده و نیز حداکثر ظرفیت آنها را مورد ارزیابی قرار دادند.در ۴۰ درصد از موارد آبروها قادر نبودند که سیلاب های با دوره بازگشت ۲۵ سال را در حالتی که نسبت ارتفاع آب در قسمت ورودی آبرو به قطر آن معادل یک بود ، هدایت کنند و در ۱۷در صد موارد آنها قادر نبودند دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال را بدون اطمینان آب از قسمت ورودی و عبور از سطح راه، از خود هدایت کنند.تنها صرف ۱۴درصد هزینه بیشتر و انتخاب لوله با یک شماره بزرگتر(در حدود ۱۵ سانتی متر بزرگتر)تمام آبروهای ساخته شده را قادر می ساخت تا سیلابهایی با دوره بازگشت ۲۵سال را بدون اختلال از خود عبور دهند.

- سوئیفت[۴](۱۹۸۵) در شمال غربی کارولینا تحقیقی در زمینه جاده و فرسایش آن انجام داد. این تحقیق بر طراحی جاده-ها به شکلی که هزینه سرمایه‌گذاری و تعمیر و نگهداری آنها اندک باشد، تأکید دارد و پیرامون وضعیت رسوبگذاری در بستر جاده، زهکش‌های سرپوشیده و باز و میزان حمل و نقل می‌باشد. وی به بررسی سیستم های زهکشی جاده پرداخته و از نظر او یک طرح جاده مناسب نیاز به تعمیر و نگهداری اندک دارد و نیز میزان رسوبات ناشی از جریان آب بر روی آن کاهش می-یابد. جهت خروج جریان آب از سطح جاده، یک بستر شن‌ریزی شده مناسب است و جریان آب باید در فواصل دائمی حرکت کند؛ ساخت زهکش‌ها و نیز جوی‌های کناری ضروری می‌باشند. در نتیجه چنانچه میزان فرسایش ناشی از جریان آب در سطح بستر جاده کاهش یابد، هزینه‌های مربوط به ساخت، تعمیر و نگهداری جاده کاهش خواهد یافت بورگوس وکینگ[۵] (۱۹۹۱) درمورد عوامل متنوع تأثیر گذار بر فرسایش جاده وحمل رسوبات پرداختند وبه این نتیجه رسیدند که رسوبات تولیدی از هر یک از اجزای نیمرخ یک جاده جنگلی با یکدیگر دارای تفاوت معناداری است .ونیز می توان این رسوبات را براین اساس تقسیم بندی نمود.

- برینکر[۶] (۱۹۹۵) در تحقیق خود در جنگل‌های آلبانی اشاره به اهمیت وجود جاده‌های جنگلی و ملاحظات لازم جهت کاهش آثار منفی در طراحی آن نمود که باید از سوی سازندگان جاده‌های جنگلی مورد توجه قرار گیرد. در این مقاله ایشان با اشاره به طراحی مسیرهای منطبق با طبیعت در جهت کاهش مسائل مربوط به فرسایش خاک، در نظر گرفتن طراحی مناسب آبراهه‌ها در هنگام طراحی مسیر و زمان ساخت، بخصوص در اراضی شیبدار را مورد تأکید قرار داد که با توجه به این نکات هزینه نگهداری و آثار منفی محیطی کاهش می‌یابند.

- *تورتون[۷] و همکاران (۱۹۹۵) پنج عامل را برای نصب لوله‌ها لازم و ضروری می‌داند که عبارتند از:*

الف) بلافاصله در ورودی لوله ها از کانالهای کناری سرریز زده می‌شود.

ب) خروجی لوله ها تا زیر خاکریز کشیده می‌شود.

ج) جلوی خروجی لوله ها سنگهایی برای جلوگیری از فرسایش گذاشته می‌شود.

د) لوله ها با زاویه ۳۰ درجه نسبت به شیب رو به پایین کارگذاشته می‌شوند.

ه) شیب لوله ها ۲برابر شیب کانال کناری ساخته می‌شوند.

---

۱ -rousvel
۲ -peyel
۳ -orgon
٤ -soeft
٥ -borcos veking
٦ -brenker
۷ - Turton

- وینکلر[1] (۱۹۹۷) در مطالعات خود در کشور اتریش ضمن بررسی ملاحظات هیدرولوژیکی در طراحی ابعاد لوله‌های زهکش عرضی در ساختمان جاده‌های جنگلی به این نتیجه رسید که زمان تمرکز و حداکثر رواناب سطحی را می‌توان اساس و پایه طراحی لوله‌های زهکش عرضی مطرح کرد و محقق دقت این روش را با استفاده از فاکتورهای مذکور در دو حوزه آبخیز کوچک به اثبات رسانده است .

ایسباچر[2] (۱۹۹۸) در فنلاند تحقیقاتی در مورد احداث جاده‌های جنگلی انجام داد که ضمن آن به این نتیجه دست یافت که علاوه بر پارامترهای مکانیک خاک، اندازه‌گیری میزان صدمات به خاک قبل و بعد از عبور وسایل نقلیه ضروری است.

-آنون[3] (۱۹۹۹) در چگونگی نصب لوله‌های زهکشی در جاده‌های جنگلی به یک سری از ویژگی‌های حوزه آبخیز اشاره نمود که این ویژگی‌ها شامل شیب حوزه آبخیز، میزان و نوع دخالت انجام شده در سری، پوشش زمین و شدت بارندگی می‌باشد و تخمین محل عبور آب یا اندازه لوله توسط تکنسین یا مهندس صورت می‌گیرد همچنین بررسی وضعیت لوله‌های موجود در مناطق اطراف، یکی از معیارهای لازم برای اندازه لوله مورد تأکید قرار گرفته است. این نکته نیز یادآوری شده است که اگر بنا بر عللی قرار باشد لوله‌ای جایگزین لوله دیگر باشد، بررسی سابقه قبلی لوله مد نظر قرار گیرد. همچنین در این مطالعه آورده شده است که سابقه سیل، فرسایش دامنه خاکبرداری و خاکریزی و نگهداری و حفاظت مکرر جاده نشان دهنده این امر است که زهکش موجود برای عبور جریان کافی نیست.

- لگر[4](۲۰۰۰)در کانادا در رابطه با نصب لوله‌ها در محیط‌های کار جنگلی با مساحت کم چهار مرحله کلی را مد نظر قرار قرار داد : ۱- طراحی و انتخاب محل نصب لوله ۲- هدایت آب از طریق لوله در مسیر طبیعی خود ۳- آماده سازی فونداسیون ۴- نصب لوله؛ که در این مرحله سعی شده است با رعایت نکات اصلی به نصب بهتر لوله کمک کرده تا یک زهکش مطمئن برای جاده وجود داشته باشد و از تخریب و فرسایش جاده به نحو احسن جلوگیری گردد.

- زیگلر[5](۲۰۰۰) جاده‌های جنگلی حوضه آموزشی پنگهام[6] در شمال تایلند که در اثر عبور جریانات زیرسطحی از سطح جاده، رسوبگذاری و فرسایش شدید در آن اتفاق افتاده بود، را مورد بررسی قرار داد. وی پس از ثبت بارندگی روزانه در یک دوره ۴۰ روزه، تغییرات رطوبت خاک را در سه عمق متفاوت (صفر، ۲۰ و ۴۰ سانتیمتری) مورد بررسی قرار داد و با استفاده از مدل فرسایش جریان سطحی هورتون[7] فرسایش جاده را شبیه سازی کرده و نتیجه گرفت که عامل افزایش جریان زیرسطحی، فعالیت‌های کشاورزی در قسمت بالادست جاده و کنار رودخانه بود و از مقایسه تأثیر کشاورزی، جاده سازی و بارندگی به این نتیجه رسید که فعالیت‌های کشاورزی سبب تخلیه آب رودخانه شده و رفت و آمد وسایل نقلیه نیز سبب افزایش رسوبگذاری در سطح جاده شده است و در فصل بارندگی نیز با بالا آمدن سفره آب زیرزمینی جریان آب به سطح جاده بیشتر می‌شود.

- بریک [8](۲۰۰۱) در آمریکا در بررسی فواصل انتقال رسوب و فواصل بین لوله‌های زهکش در جاده‌های چوبکشی جنگلی به این نکته توجه نمود که جاده‌های جنگلی و دامنه‌های به هم پیوسته و شیبدار خاکبرداری یک منبع عظیم برای تولید رسوب به شمار می‌روند که به وسیله آبراهه‌ها و لوله‌های زهکشی عرضی می‌توان جریان آب و رسوبات ناشی از فرسایش را به سمت دامنه پایین انتقال داد. با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه می‌توان گفت که؛ مدیر جنگل برای آنکه بتواند از فرسایش سطحی جاده جلوگیری نماید، باید علت تولید رسوب را بداند و نیز باید فواصل انتقال رسوب به وسیله زهکش‌های عرضی مد نظر قرار دهد. که در این میان توپوگرافی، بافت خاک و پوشش گیاهی نقش ویژه‌ای را ایفا می‌نمایند. این امر به صورت یک طرح آزمایشی در منطقه مورد مطالعه بررسی شده است.

- ومپل[9] (۲۰۰۳) اثر متقابل جاده و جریانات دامنه را در مناطق جنگلی کوهستانی و همچنین اثر جاده روی مسیر روانآب

---

۱ - Winkler
۲ - Eisbacher
۳ - Anon
٤ - Leger
٥ - Zigler
٦ - Peng ham
۷ - Horton

۸ - Brake
۹- Wemple

های ایجاد شده که سبب وقوع حرکت‌های توده‌ای شده است را در حوضه ۳ آبخیز آندرو[۱]در جنگل ارگان[۲] بررسی نموده است. روانآب از ۱۲ زیر حوزه در بخش‌های مختلف جاده به طور مکرر اندازه‌گیری شد. روانآب تولید شده در سال آبی ۱۹۹۶ برای مقایسه پیش بینی زمان‌سنجی روانآب و کنترل سفره آب زیرزمینی دامنه توسط مدل سینتیک جریانات زیرسطحی مورد استفاده قرار گرفت. وضعیت روانآب مشاهده شده با برآورد مدل، منطبق و سازگارود.بخش‌هایی از جاده که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت در مناطق شیبدار با شکل زمین متفاوت ساخته شده و اثرات روانآب بر آنها در اثر ویژگی‌های شکل زمینی است که در آن احداث شده‌اند. وضعیت توپوگرافی، طول دامنه، عمق و ویژگی‌های خاک از عوامل مؤثر در ایجاد روانآب سطح جاده در زیر حوضه‌ها معرفی شدند.

- بورگا[۳] (۲۰۰۵) اثر جاده‌های جنگلی را بر لغزش سطحی در چهار منطقه در شمال ایتالیا مورد مطالعه قرار داد. او بررسی نمود که چگونه مسیر جریانات زیرسطحی به وسیله جاده‌های جنگلی تغییر می‌نماید و این تغییرات چه تأثیری روی ایجاد لغزش‌های سطحی در مناطق حساس و مستعد به لغزش در مناطق شیبدار و همچنین سیمای طبیعی مناطق جنگلی دارد. او از مدلی استفاده نمود که؛ اثر جاده‌های جنگلی را روی جریانات زیرسطحی دامنه تعیین می‌نمود. این مدل را با مدل‌های هیدروژئومکانیک و حد آستانه ناپایداری ترکیب نموده و از این طریق وقوع لغزش‌های سطحی را از نظر زهکشی و ویژگی‌های خاک (قابلیت هدایت هیدرولیکی، چگالی حجمی و زاویه اصطکاک) مورد بررسی قرار داد. نتایج مدل میزان اثر جاده‌ها روی لغزش سطحی در جنگل را به صورت کمی نشان داده و باعث شکل‌گیری فرضیه‌هایی در مورد اثر جاده روی تشکیلات زمین-شناسی شده است. نتایج مدل با داده‌های زمینی جمع‌آوری شده از مناطق مورد مطالعه، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته و مشاهده شد که الگوهای لغزش با نتایج ارزیابی مدل کاملاً همخوانی دارند.

- جردن و زاوالا[۴] (۲۰۰۷) به مطالعه میزان رواناب سطحی درجنگلهای پارک ملی آلکورنوکالس[۵] درجنوب اسپانیا پرداختند که این کار با استفاده ازایجادیک سیستم متحرک شبیه سازی باران با شدت ۷۲ میلی متر درساعت صورت گرفت وبه این نتیجه رسیدند که غلظت رسوبات در طول ۶ تا ۸ دقیقه اولیه شروع باران شبیه سازی شده افزایش می یابد وسپس به طورپیوسته به دلیل کم شدن ذرات روی سطح خاک وتغییرات منافذ کاهش می یابد .محاسبات آماری این محققان نشان می دهد که پوشش گیاهی در کناره های جاده ودامنه خاکریزی وبستر جاده ونیز پوشش قطعات سنگی وشیب کنار جاده ودیواره ها تاثیرات بارزی بر رواناب ایجادشده دارد . وبیشترین میزان خاکشویی در کنار های جاده با میزان ۱۰۶ گرم در متر مربع بوده است.ضریب رواناب در کناره های جاده ، دامنه خاکریزی وبستر جاده به ترتیب ۵۸ ، ۲۷ و۵۱ درصد بوده است

آکای و همکاران(۲۰۰۷)[۶] با برآورد بازده رسوب از شبکه جاده با استفاده از مدل پیشگویی رسوب و تکنیک‌های GIS به این نتیجه رسیدند که خروجی رسوب با استفاده از چند مدل پیشگویی رسوب بر مبنای روابط تجربی ما بین فاکتورهای مختلف جاده به وجود می آید. در این مطالعه میانگین خروجی رسوب سالانه از شبکه جاده به رودخانه در یک حوزه جنگلی با استفاده از مدل پیشگویی رسوب SED MODEL ارزیابی شد. این امکان با استفاده از لایه‌های توپوگرافی، رودخانه، جاده، زمین شناسی و میانگین بارندگی میسر شد، نتایج این بررسی به طراحان جاده برای برآورد خروجی کل رسوب کمک سریعی می نماید. گذشته از این قسمتهای حساس جاده می تواند معرف میزان تولید رسوب باشد.

ب- تحقیقات انجام شده در داخل کشو

- امینی (۱۳۷۱) در بررسی عملکرد شبکه‌بندی جاده‌های جنگلی در رابطه با اهداف جنگل‌شناسی و جنگلداری در طرح جنگلداری نکا ظالمرود به این نتایج دست یافت که احداث ابنیه فنی جاده‌های جنگلی در زمینه تثبیت دامنه‌های مستعد به لغزندگی، عملکرد مطلوبی داشته و تعبیه لوله‌ها و احداث پل‌های صفحه‌ای با دهانه کمتر از ۱۰ متر مناسب بوده ولی احداث پل‌هایی با دهانه بیست متری نیازی نبود. زیرا که پل‌های قوسی با دهانه ۳ تا ۴ متری جوابگوی نیازهای موجود می‌باشند. تریلر حامل گرده بینه با بیست تن وزن، سنگین ترین وسیله نقلیه ایست که از جاده مزبور عبور می‌نماید که با فشاری معادل ۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بر سطح پل فشار وارد می‌نماید و این فشار برای پل‌های قوسی مزبور قابل تحمل است

---

۱ - Andrrew
۲ - Oregon
۳ - Borga
٤ - Jordan&Zavala
٥ - Alkurnokals
٦-Akay et al

- سلاجقه (۱۳۷۳) در برآورد دبی‌های پیک سیلابی در حوزه‌های کوچک ایران، از فرمول تجربی در حوزه‌های کوچک کمتر از ۱۰۰۰۰ هکتار که رابطه دبی و برخی از ویژگیهای حوزه آبخیز را مدنظر قرار داده، بازسازی و برای نقاط مختلف با ضرائب مناسب برای کشور ارائه گردید.

- شهیدی (۱۳۷۳) جهت برآورد حداکثر دبی سیلاب حوزه آبخیز امامیه، از ۳ روش شماره منحنی، روش مدت-مساحت و روش هیدروگراف واحد مصنوعی استفاده کرد. و نتیجه گرفت که دو روش شماره منحنی و هیدروگراف واحد از دقت قابل قبولی برخوردارند و لذا از روش شماره منحنی برای به دست آوردن هرزآب استفاده کرد.

- نیکوی(۱۳۷۹) در پایان نامه کارشناسی ارشد (دانشگاه تهران) خود جهت ارائه طرح زهکشی برای جاده های جنگلی بخش کلیه سرا در حوزه آبخیز اسالم استان گیلان با استفاده از روش استدلالی به برآورد حداکثر رواناب حادث شده با دوره بازگشت ۲۰ ساله پرداخت. ایشان در مطالعه خود اندازه دهانه لوله در محل خط القعررا با در نظر گرفتن نسبت ارتفاع آب به قطر لوله برابر ۱/۵، تعیین نموده و با بررسی جنس کانال کناری و حساسیت بستر آن نسبت به فرسایش با تعیین حداکثر سرعت مجاز آب تجمع یافته در کانال کناری را برآورد نمود.نتایج مطالعه او نشان داد که در منطقه مذکور به ۵۳ لوله گذاری با قطرهای مختلف (از۳۰تا ۱۱۰ سانتی متر) با فاصله متوسط ۲۰۰ متر نیاز می باشد.

-کشکولی و همکاران (۱۳۸۱)در اهواز، با بررسی تأثیر خصوصیات سوراخ لوله‌های زهکشی زیرزمینی و دانه‌بندی خاک بر میزان گرفتگی لوله زهکش زیرزمینی، دریافت که؛ تجمع رسوب در زهکش‌ها از جمله مسائلی است که گاهی باعث شکست کامل یک سیستم زهکشی می‌شود. این مشکل اغلب در خاک‌های غیرچسبنده مانند شنی ریز و سیلتی نمایان است. از آنجا که گاهی ذرات خاک در بالای سوراخ لوله زهکش به شکل پل قرار گرفته و مانع از ورود رسوب به داخل لوله زهکش می-گردند. بنابراین می‌توان از این پدیده استفاده نمود و با به دست آوردن رابطه‌ای بین خصوصیات سوراخ زهکش و دانه‌بندی خاک با رسوب عبوری قبل از تشکیل پل، تا حدودی وضعیت رسوبگذاری را پیش بینی نمود. پس از بررسی‌ها، نتایج نشان داد که؛ یک سوراخ دایره‌ای شکل با قطری برابر با عرض شکاف مربع و یا مستطیل شکل، رسوب کمتری را قبل از تشکیل حالت پل از خود عبور می‌دهد.

- مجنونیان (۱۳۸۱) در طراحی زهکش‌های عرضی جاده‌های جنگلی در سری سیاهبیل اسالم به این نتیجه رسید که در خط‌القعرها با تعیین مقدار دبی، یا در نظر گرفتن شدت بارندگی، ضریب رواناب سطحی، مساحت منطقه، شرایط هیدرولوژیکی، پوشش گیاهی و شرایط توپوگرافی می‌توان قطر لوله مناسب را به دست آورد. برای هدایت آب نهرهای کناری جاده، این کار با توجه به مقدار حساسیت بستر نهر به فرسایش و تعیین سطح مقطع و دبی نهر انجام می‌گیرد. در مورد فاصله بین لوله‌ها نیز محل خط القعر، طول دامنه، دبی و محل استقرار جاده در دامنه نقش اصلی ایفا می‌نمایند.

- خلیل پور (۱۳۸۶) در نکا با بررسی شرایط هیدرولوژیکی منطقه وشرایط مکانیک خاک به بررسی وضعیت زهکشی زیر حوزه های محاسبه شده در منطقه می پردازد وبا انجام محاسباتی تعداد وابعاد لوله های لازم برای زهکشی جاده مورد مطالعه را استخراج می کندو پیشنهاد می کند تا حد ممکن با ترکیب خروجی چند زیر حوزه به جای افزایش تعداد لوله ها قطر آنها بیشتر در نظر گرفته شودتا در هزینه ها صرفه جویی شود.