

## بررسی فیزیوگرافی حوضه رودخانه شمرود در استعدادیابی استخرهای پرورش ماهیان سرد آبی توسط نرم‌افزار <sup>1</sup>ARC Gis9,3

محمدرضا افشاری آزاد<sup>۲</sup>  
هاله پورکی<sup>۳</sup>

### چکیده

رودخانه‌ها باید در پهنه ملی از نظر حفاظت، بهره‌برداری و توسعه و همچنین از نظر مساعد بودن کمی و کیفی رودخانه‌ها و شرایط مناسب برای پرورش ماهیان مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. در این تحقیق نقش و شکل فیزیوگرافی رودخانه شمرود در مکان‌گزینی ایستگاه‌های پرورش ماهی (قزل‌آلا) مورد بررسی قرار گرفته است. رودخانه شمرود با توجه به شاخص‌های بیولوژیک و فراوانی توان بالقوه تولید ماهی آن ۳۴۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد، این رودخانه در ماه خرداد بالاترین مقدار تولید ماهی را دارد. در این تحقیق میزان عناصر فیزیکو شیمیایی پرورش ماهی مانند PH آب، سرعت جریان آب، کدورت آب، مواد جامد معلق، سختی آب، هدایت الکتریکی آب (EC)، مواد شیمیایی، شوری آب مورد بررسی قرار گرفت. رودخانه در اردیبهشت و آخر مهر ماه بر اثر بارندگی شدید سیلابی بوده و با توجه به سرچشمه رودخانه شمرود از ارتفاعات دیلمان و اتصال رودهای فرعی به آن بر حجم آب این رودخانه افزوده می‌شود. به جهت شناخت مکان‌های مستعد آبی‌پروری و با تلفیق عوامل فوق‌الذکر و با روش مکان‌یابی توسط نرم افزار GIS نشان داده شد که شش محل مکان مساعدی برای پرورش ماهیان سرد آبی می‌باشند. در نهایت با بررسی و با شرایط کوهستانی و شیب‌دار بودن حوضه برای پرورش ماهیان سرد آبی و با روی هم قرار دادن نقشه‌های آبراهه‌ها، نقاط سیاسی، لیتولوژی، شیب، جهت شیب و عوامل مورد نیاز برای پرورش ماهی قزل‌آلا با روی هم قرار دادن آن‌ها نقاط مستعد و مناسب احداث ایستگاه‌های پرورش ماهی و نیمه‌مساعد و نامساعد برای احداث کارگاه‌های پرورش ماهی مشخص گردید.

**واژگان کلیدی:** فیزیوگرافی؛ رودخانه؛ ماهی قزل‌آلا؛ استخر پرورش ماهی؛ شمرود

۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System)

۲- دکترای تخصصی جغرافیای طبیعی و استادیار دانشگاه آزاد واحد رشت

۳- کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی)

## مقدمه

رودخانه‌های طبیعی تحت تأثیر عوامل و متغیرهای مختلف، پیوسته از نظر ابعاد، شکل، راستا و الگو در حال تغییر هستند (ساسانی و همکاران، ۱۳۸۴: ۱). هم‌چنین از نظر مجامع زیستی ویژگی‌های خاص خود را دارا هستند و این ویژگی‌ها نیز قابل تعمیم به سایر منابع آبی نمی‌باشد (نایت و همکار ۱۹۹۱: ۱۶۵۴-۱۶۶۳). اهمیت رودخانه به‌عنوان مسیر جمع‌آوری آب‌های سطحی و چشمه‌ها و هدایت آن به دریا است، در این مسیر جریان، گیاهان و جانوران چندی پراکنده و زیست می‌کنند، در نقاط کوهستانی گیاهان و جانورانی که قادر به تحمل جریان‌های شدید آب را دارند و در نقاط جلگه آن‌هایی که در مقابل با کم‌آبی خود را حفظ می‌کنند، وجود دارند. مماندرها ناشی از جریان‌های ثانویه هستند که از حرکت پیچشی منشأ می‌گیرند و این وضعیت در امتداد بستر اصلی انجام می‌شود، زیرا شکل مماندر مؤثرترین منشأ برای ثابت نگهداشتن دبی آب و رسوب محسوب می‌شود (سلیبی، ۱۹۸۳: ۲۷۵-۲۷۶). از نظر شرایط زیستی، ماهی قزل‌آلا در دامنه وسیعی از مکان‌های جغرافیایی با زمان‌های متفاوت زندگی و تخم‌ریزی می‌کند این ماهی در عرض‌های جغرافیایی پایین و نزدیکی خط استوا فقط در ارتفاعات بالا، جایی که درجه حرارت آب به قدر کافی در طول سال سرد می‌باشد تخم‌ریزی می‌کند و زمان تخم‌ریزی ماهی قزل‌آلا عموماً پاییز و زمستان است و گاهی اوقات در بهار صورت می‌گیرد (عمادی، ۱۳۸۳: ۱۰).

آمارسینگ و همکاران<sup>۴</sup> در سال ۲۰۰۲ با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به پیش‌بینی محصول ماهی در ذخایر آبی پشت سد مناطق حاره‌ای سریلانکا پرداختند (آمارسینگ و همکاران، ۲۰۰۲: ۲۹۳-۳۰۲). سعید شفیعی ثابت و همکاران در یک بررسی، مشخصه ریخت‌سنجی و شمارشی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و معمولی رودخانه‌ای سیاهکل در سال ۱۳۸۵ مطالعه کردند (شفیعی ثابت، همکار ۱۳۸۷). کمالی و مصطفی تاتینا

4- Amarasinghe, S,U,De silva, ss, and nissanka

توان تولید طبیعی رودخانه لمیر آستارا بر اساس جوامع کفزیان مورد مطالعه قرار دادند (کمالی، همکار، ۱۳۸۹: ۳۰-۱۲). مهران بنافی و همکاران توان بوم‌شناختی و اقتصادی استان گلستان برای پرورش ماهیان سردآبی را مورد مطالعه قرارداد و نیازهای اطلاعاتی برای توسعه پایدار این فعالیت مشخص گردید.

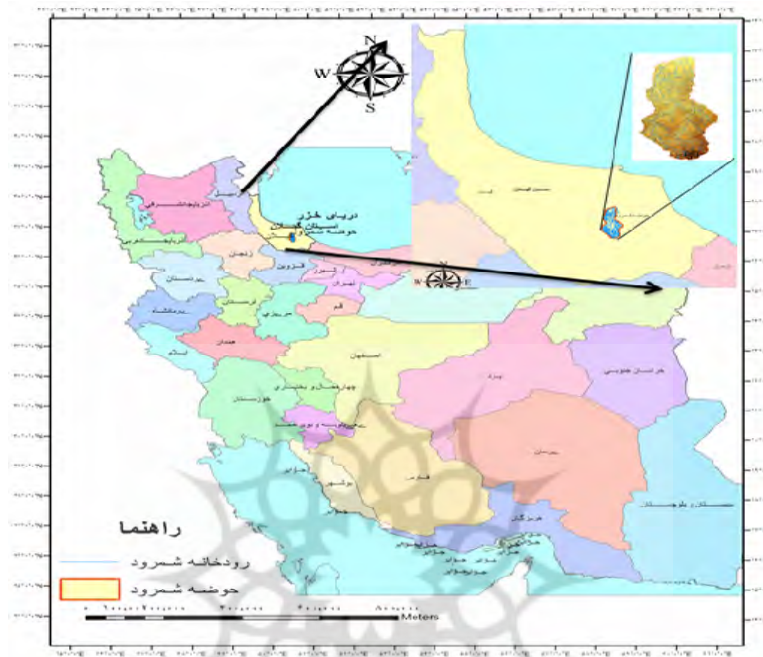
### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، کاربردی و روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی است. با تهیه و بررسی نقشه‌های ضروری با استفاده از نقشه‌های پایه توپوگرافی، زمین‌شناسی، نقشه آبراهه‌ها، شیب، جهت شیب، لیتولوژی با توجه به محدوده جغرافیایی، تجزیه تحلیل یافته‌ها صورت گرفته است. با مشخص کردن محدوده مورد مطالعه ابتدا شبکه هیدروگرافی مشخص و سپس با انتقال به محیط نرم‌افزار GIS سایر نقشه‌ها ترسیم گردید. در این بررسی نیز از ویژگی‌های فیزیوگرافی و مکان‌یابی استخرهای پرورش ماهی بر اساس روش‌های به‌کار برده و پارامترهای داده شده در این تحقیق که شامل: درجه حرارت، کدورت آب، سختی کل، pH، خاک و فلزات موجود در آب و سنگ بستر رودخانه و بهره‌گیری از اطلاعات به‌صورت کتابخانه‌ای به‌همراه جمع‌آوری اطلاعات از کتاب‌های علمی، بررسی اسناد و مدارک مستند موجود در زمینه تحقیق از سازمان منابع طبیعی، آب‌خیزداری، اداره آب منطقه‌ای، اداره تحقیقات شیلات آستانه و انزلی و سازمان مدیریت برنامه بودجه سابق، استانداری و دانشگاه آزاد لاهیجان و همچنین استفاده از بانک‌های اطلاعاتی و سایت‌های معتبر، در بخش مطالعات میدانی نیز از طریق مشاهده و بازدید و نمونه‌گیری از منطقه مورد مطالعه برای معرفی استفاده شده است. در زمینه عوامل فیزیوگرافی و چگونگی تأثیر آن بر رودخانه‌ها و شیلات، احداث ایستگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلا در منطقه و همچنین راهکارهای پیشبرد آن در ایران و جهان و آشنایی با سیمای طبیعی عرصه تحقیق از لحاظ موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های طبیعی و در مجموع ادبیات مربوط به موضوع تحقیق از اطلاعات و منابع موجود

در کتاب‌های دانشگاهی، مقالات علمی، مراکز پژوهشی و تحقیقاتی و همچنین از امکانات سیستم اطلاع‌رسانی استفاده شده است.

#### موقعیت منطقه مورد مطالعه

رودخانه شمرود سیاهکل در موقعیت جغرافیایی ۴۹ درجه و ۶۵ دقیقه شرقی و ۳۷ درجه و ۹ دقیقه شمالی از رشته کوه‌های البرز غربی در دیلمان و از شیب شمالی آن سرچشمه می‌گیرد از شمال به اراضی جلگه‌ای و زراعی حاشیه دریای خزر و از جنوب به حوضه پلرود و از سمت شرق به حوضه آبخیز شلمانرود و از غرب به حوضه آبخیز ملک رود (دیسام) منتهی می‌گردد. دارای دو سر شاخه اصلی رود از دیلمان و وه و چند نهر جانبی از کاه‌کوه، سبزکوه، اکیارود آن را پر آب می‌کند. پس از طی مسیر جلگه سیاهکل و شرق و شمال منطقه لاهیجان در مصب دهنه سر سفیدرود به دریای خزر می‌ریزد. شکل شماره ۱ موقعیت حوضه آبخیز شمرود سیاهکل نشان داده شده است. ژئومورفولوژی، منطقه به سه بخش کوهستان، تپه و رودخانه تقسیم می‌شود که تیپ‌های کوهستان و تپه به ترتیب ۴۲/۶ و ۵۱ درصد منطقه را می‌پوشانند بررسی پوشش گیاهی نشان می‌دهد که حدود ۹۰ درصد منطقه زیر پوشش جنگل پهن برگ بوده و کمتر از ۱۰ درصد منطقه به اراضی مرتعی، صخره‌ای و کشاورزی اختصاص دارد (اصلاح عربانی، ۱۳۸۰: ۱۵۳). رودخانه شمرود نیز مکان تکثیر و در اوائل زندگی محل پرورش بسیاری از گونه‌های ماهیان خزر به‌ویژه سس ماهی، سفید کولی، سیاه ماهی و سایر ماهیان می‌باشد (نوان مقصودی، ۱۳۷۵: ۱۲۵).



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز شمرد سیاهکل  
(ماخذ - نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور)

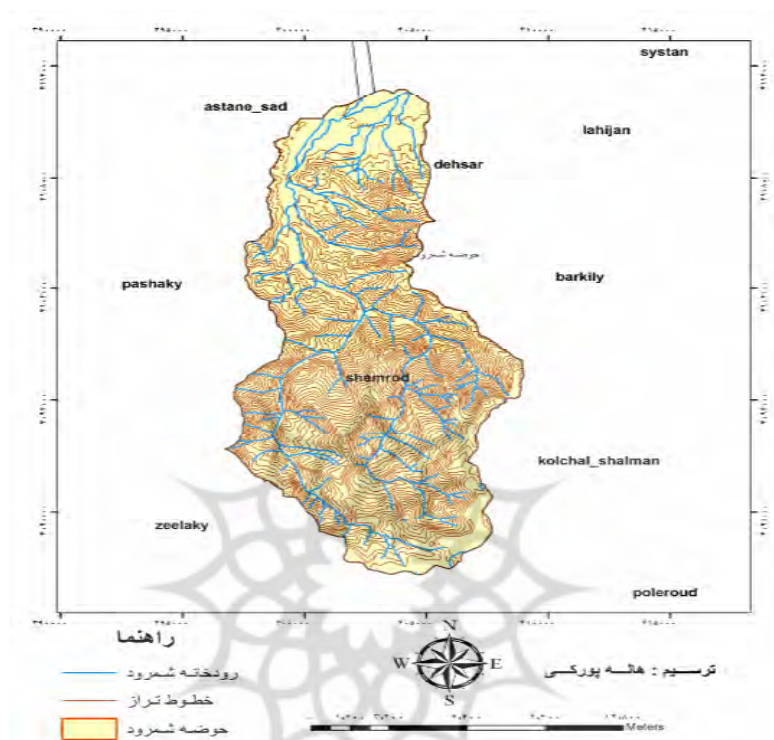
مساحت کل حوضه آبخیز شمرد ۱۸۹/۶۲ کیلومترمربع معادل ۱۸۹۶۱/۱ هکتار برآورد گردیده و اختلاف ارتفاع آن بین ۸۰ تا ۱۹۰۰ متر می باشد که با توجه به این که برای تقسیم بندی حوضه از نظر مساحت طبقه بندی های متفاوتی ارائه شده است. این حوضه را می توان در گروه حوضه های بزرگ قرار داد. پیرامون حوضه نیز معادل ۷۲/۱۰ کیلومتر محاسبه شده است. زمان تمرکز به ۴ روش مورد بررسی قرار گرفته که عبارتند از: روش کریبیچ با ۲ ساعت و ۳۹ دقیقه و روش کالیفرنیا با ۲ ساعت و ۲۸ دقیقه و روش چاو با ۲ ساعت و ۳۰ دقیقه و روش جیاندونی با ۲ ساعت و ۵۴ دقیقه می باشد (جدول شماره ۱).

جدول (۱) جدول مشخصات فیزیوگرافی حوضه رودخانه شمرود

پارامتر	واحد	مقدار	زمان تمرکز			
			کالیفرنیا	جیانگدوتی	چاو	گریچ
مساحت حوضه	کیلومتر مربع	۱۸۹/۶۲				
محیط حوضه	کیلومتر	۷۲/۱۰				
تراکم شبکه آبراهه	کیلومتر مربع	۲/۲۰				
طول آبراهه اصلی	کیلومتر	۳۰				
ضریب شکل هورتون	بی بعد	۰/۲۱				
ضریب گراوینوس	بی بعد	۱/۴۶				
ضریب گردوازی (میلر)	بی بعد	۱/۴۶				
ضریب تطویل (شپوم)	بی بعد	۰/۵۱				
فاکتور شکل	بی بعد	۰/۲۱				
ارتفاع متوسط حوضه	متر	۱۸۲۰				
حداقل ارتفاع حوضه	متر	۸۰				
حداکثر ارتفاع حوضه	متر	۱۹۰۰				
شیب خالص رودخانه	درصد	۲/۹				
شیب متوسط حوضه	درصد	۲۵				
زمان تمرکز	گریچ	ساعت	۲/۳۹			
	چاو	ساعت	۲/۳۰			
	جیانگدوتی	ساعت	۲/۵۴			
	کالیفرنیا	ساعت	۲/۲۸			

توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

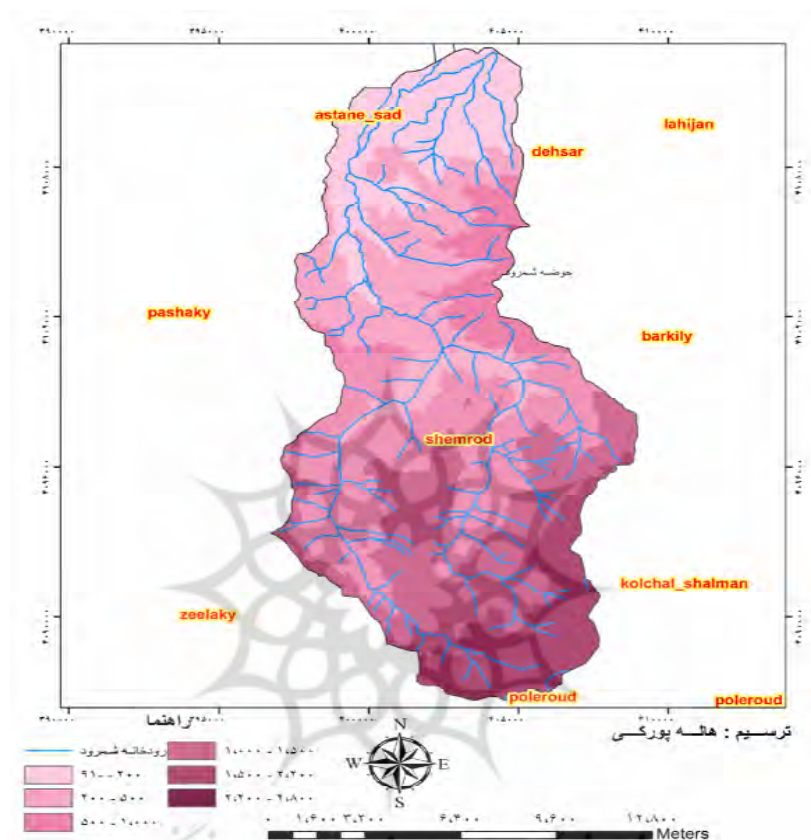
از نظر فیزیوگرافی حوضه شمرود دارای مساحت ۱۸۹/۶۲ کیلومتر مربع و محیط ۷۲/۱۰ کیلومتر می‌باشد، بر اساس شکل ۲ حوضه مورد مطالعه کشیده بوده حوضه و فرم آبراهه به صورت شاخه درختی و طول آبراهه اصلی ۳۰ کیلومتر می‌باشد. وضعیت توپوگرافی از نظم ارتفاعی خاصی برخوردار است. به طوری که هرچه از طرف جنوب شهرستان به طرف شمال آن پیش می‌رویم از ارتفاع زمین کاسته می‌شود. حداکثر ارتفاع منطقه به ترتیب ۸۰ و ۱۹۰۰ متر می‌باشد.



شکل (۲) نقشه توپوگرافی حوضه آبخیز شمروود سیاهکل (ماخذ: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور)

طبقات ارتفاعی حوضه آبخیز شمروود

بخش کوهستانی ارتفاعات ۵۰۰ الی ۲۰۰۰ متر و بیشتر را در برمی‌گیرد و از شیب تند برخوردار بوده و تراکم سکونتگاه‌ها در آن نسبت به سایر بخش‌ها کم‌تر می‌باشد و عمدتاً تا ارتفاع ۱۵۰۰ متری پوشیده از جنگل و بعد از آن دارای اراضی مرتعی است (رهنمایی، ۱۳۷۰) بر اساس شکل ۳ وضعیت ارتفاعی حوضه شمروود با ارتفاع متوسط ۱۸۲۰ متر بوده و بیش‌ترین سطح حوضه در ارتفاع ۱۲۰۰-۱۳۰۰ و ۷۰۰-۶۰۰ متر می‌باشد و کم‌ترین سطح حوضه در ارتفاع ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ متر می‌باشد.



شکل (۳) هیپسومتری حوضه آبخیز شمرد سیاهکل (ماخذ: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰؛ سازمان نقشه‌برداری کشور)

شیب

شیب زیاد و توپوگرافی نامساعد اگرچه از سویی مانع از توسعه ساختارهای زیربنایی مانند راه، شهر،... در منطقه شده است و به تبع آن از تمرکز جمعیت در منطقه کاسته است. طبق شکل شماره ۴ شیب ناخالص رودخانه اصلی ۵/۸ درصد، شیب خالص رودخانه اصلی ۲/۹ درصد و شیب متوسط وزنی رودخانه اصلی ۰/۷۶ درصد می‌باشد.

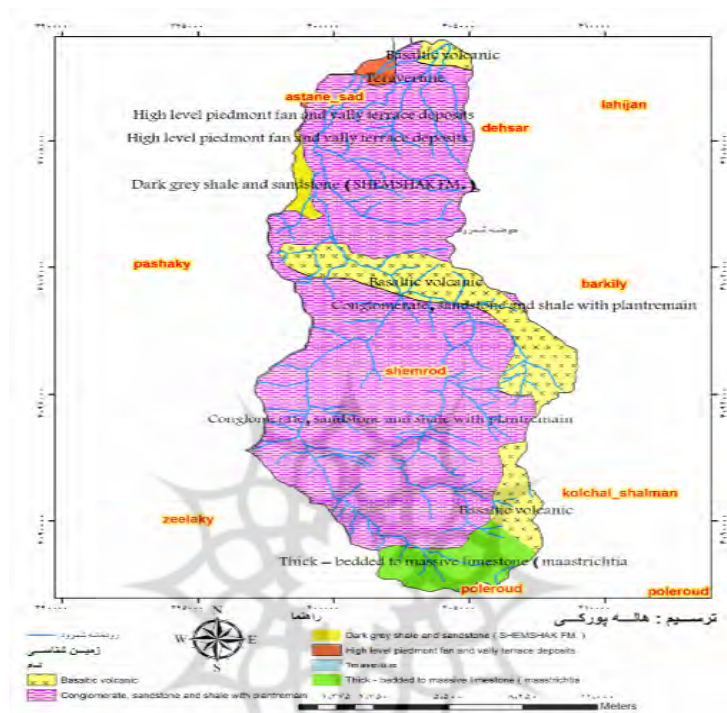




(۴) شیب حوضه آبخیز شمروود سیاهکل (ماخذ: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور)

مشخصات زمین شناسی منطقه

به طور عمده در این منطقه سنگ‌های آتشفشانی بیرون زدگی دارند این سنگ‌ها از انواع بازالت، فونولیت، تراکی، آندزیت و آندزیت هستند. در بخش غربی منطقه نیز سنگ‌های رسوبی آواری و میان لایه‌های کربناتی مشاهده می‌شوند. قلوه سنگ‌های بزرگ با مخلوطی از شن و ماسه و مقداری رس و سیلیت تشکیل یافته است. در مناطق کوهستانی جنوب ناحیه، سنگ‌های آهکی و آهکی ماری متعلق به کرتاسه وجود دارد که دارای خلل و فرج و شکستگی فراوان است (شکل ۵).

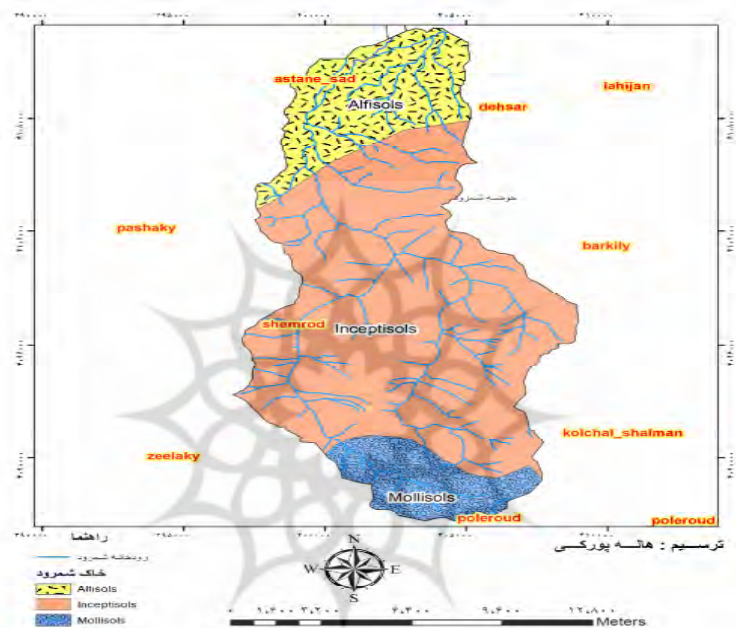


شکل (۵) زمین شناسی حوضه آبخیز شمرود سیاهکل (ماخذ: نقشه زمین شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور)

#### خاک منطقه

بر اساس شکل شماره ۶ خاک‌های تشکیل شده عمدتاً حاصل جلگه آبرفتی رودخانه‌ای و رسوبی است که از خاک‌های عمیق تا نیمه عمیق تشکیل یافته است و از این اراضی برای کشت برنج و چای استفاده می‌شود. مشکل عمده این خاک‌ها، فقدان زهکشی مناسب است بقیه خاک‌ها از نوع خاک‌های کوهستانی و فلاتی می‌باشند که از ویژگی‌های بارز آن عمق و بیرون زدگی‌های بدون پوشش خاک مشخص می‌شود. در بخش پوشش متراکم جنگلی ناحیه خاک‌های اسیدی کم عمق تا عمیق با بافت سنگین می‌باشد. در شرایط فعلی به جز

نقاط روستایی پراکنده جنگلی در آن‌ها، به‌طور عموم با پوشش جنگل‌های صنعتی و تجاری پوشیده‌اند. در بخش جنگل‌های مخروطه خاک‌های اسیدی نیمه‌عمیق تا عمیق با بافت سنگی می‌باشند که به‌وسیله جنگل‌های (مخروطه و باغات چای) پوشیده است.



شکل (۶) خاک حوضه آبخیز شمروود سیاهکل (ماخذ: نقشه خاک با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان خاکشناسی کشور)

اقلیم

آمار مورد استفاده در این تحقیق از ایستگاه کلیماتولوژی لاهیجان، ۳۶ ساله و اسپیلی باران‌سنجی با آمار ۱۱ ساله، توتکی باران‌سنجی ۳۳ ساله و دبی‌سنجی ۱۸ ساله، شاه شهیدان باران‌سنجی ۹ ساله، موسی کلایه باران‌سنجی ۵ ساله، شیرکوه باران‌سنجی ۸ ساله، دیارجان باران‌سنجی ۹ ساله استخراج شده است، محدوده آمار با توجه به دامنه اطلاعات تأیید شده پایگاه با

بازسازی آماری صورت گرفته است (سازمان منابع طبیعی و آبخیز‌داری استان گیلان). جدول شماره ۲ نام و موقعیت ایستگاه‌های حوضه شمروود و ارتفاع آن نشان داده شده است.

جدول (۲) موقعیت ایستگاه‌های حوضه شمروود (ماخذ: آب منطقه ای گیلان)

مکان ایستگاه	نام ایستگاه	مشخصات	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع به متر
ایستگاه ۱	اسپیلی	دیارجان	۵۰-۰۰-۰۰	۳۶-۸۸	۱۴۶۰
ایستگاه ۲	اسپیلی	شیرکوه	۴۹-۳۳-۰۱	۳۶-۵۳-۲۷	۳۸۵
ایستگاه ۳	موسی کلایه	موسی کلایه	۴۹-۱۶-۱۷	۳۸-۲۰-۱۴	۱۱۲۵
ایستگاه ۴	دیلمان	اسپیلی	۴۹-۵۴-۰۰	۳۶-۵۰-۰۰	۱۵۰۰
ایستگاه ۵	زیلیکی	شاه شهیدان	۴۹-۲۶-۲۰	۳۶-۵۲-۰۲	۱۷۸۰
ایستگاه ۶	شمروود	توتکی	۴۹-۵۰-۰۹	۳۷-۹-۲	۱۸۵
ایستگاه ۷	لاهیجان	لاهیجان	۵۰-۰۰-۰۰	۳۷-۱۱-۰۰	-۲

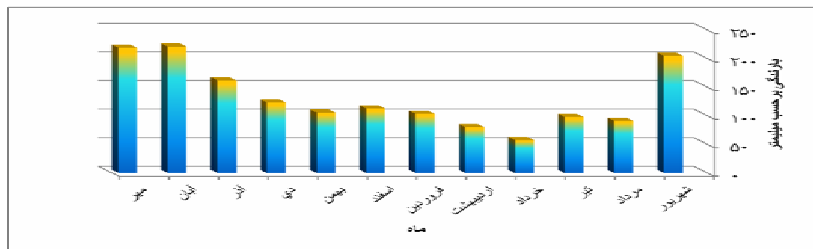
### بارندگی

با توجه به جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۱ مشاهده می‌شود کم‌ترین ریزش در فصل بهار و بیش‌ترین بارندگی در فصل پاییز می‌باشد، فصل تابستان با ۳۶۷/۱ میلی‌متر بارندگی بعد از فصل پاییز دارای بارندگی زیادی می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه ۱۵۷۷/۶ میلی‌متر می‌باشد و از این رو می‌توان تشخیص داد که اقلیم حوضه از نوع مرطوب است. از نظر توزیع بارندگی ماهیانه، آبان ماه با متوسط بارندگی ۲۲۰/۹ میلی‌متر دارای بیش‌ترین مقدار بارندگی و خرداد ماه با ۵۷/۴ میلی‌متر دارای کم‌ترین مقدار بارندگی می‌باشند.

جدول (۳) بارندگی ماهانه حوضه شمروود

ماه ایستگاه	تیر	مرداد	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	مهر	سالانه
توتکی	۹۷.۹	۹۱.۱	۲۰۴.۹	۲۲۰.۹	۱۶۱.۸	۱۳۳.۲	۱۰۵.۶	۱۱۲.۷	۱۰۳.۵	۷۹.۹	۵۷.۴	۲۱۸.۸	۱۵۷۷.۶

(ماخذ: نویسندگان)



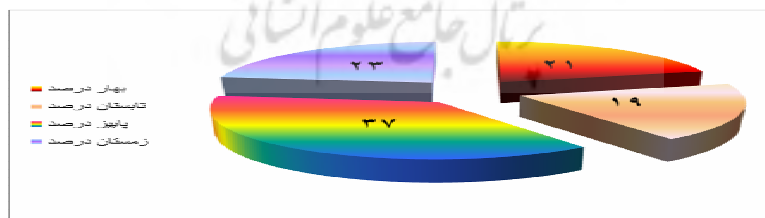
شکل (۱) نمودار بارندگی ماهانه حوضه شمروود (ماخذ: نویسندگان)

### هیدرولوژی رودخانه شمروود

داده‌های هیدرولوژی حوضه که با اندازه‌گیری دبی جریان عبور در ماه‌های مختلف سال در ایستگاه توتکی بررسی و به صورت فصلی تجزیه و تحلیل گردید. با توجه به داده‌های تحقیق و نقشه‌های حوضه آبریز شمروود دارای ۵ زیرحوضه بوده و شبکه رودخانه دائمی است و بعضی از شاخه‌های آن به صورت فصلی عمل می‌کند. این حوضه در تمام طول سال دارای جریان آب می‌باشد. براساس جدول شماره ۴ و نمودار شماره ۳ در ایستگاه توتکی بیش‌ترین جریان آبی در فصل پاییز ۱۷/۶ مترمکعب بر ثانیه که در حدود ۳۷ درصد جریان آبی را به خود اختصاص می‌دهد و کم‌ترین جریان آبی در فصل تابستان با ۹/۷ مترمکعب بر ثانیه که در حدود ۱۹ درصد است.

جدول (۴) دبی فصلی حوضه شمروود

درصد	جمع	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
		دبی به $m^3$	درصد	دبی به $m^3$	درصد	دبی به $m^3$	درصد	دبی به $m^3$	درصد
۱۰۰	۵۱/۶۱	۱۴/۴۲	۲۱	۹/۷	۱۹	۱۷/۶۱	۳۳	۹/۸۸	۲۳

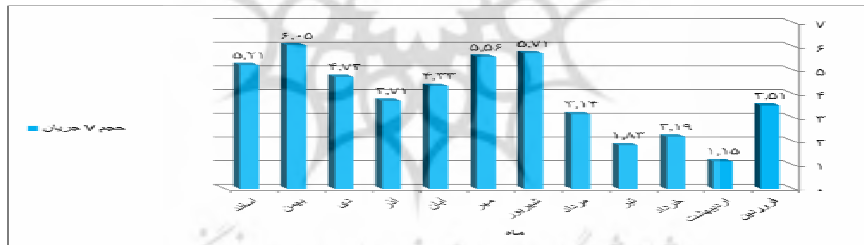


شکل (۲) نمودار درصد دبی فصلی رودخانه شمروود (ماخذ: نویسندگان)

با توجه به جدول شماره ۵ و نمودار شماره ۳ حجم آب جاری شده در ایستگاه توتکی ۴۷/۱۱ میلیون مترمکعب بر ثانیه میانگین حجم آبدهی سالانه برآورد گردیده است. بیش‌ترین حجم جریان ماهیانه در ماه بهمن حدود ۶/۰۵ میلیون مترمکعب می‌باشد که حدود ۱۳٪ کل حجم آبدهی سالیانه است و کم‌ترین آن در ماه اردیبهشت با ۱/۱۵ میلیون مترمکعب که حدود ۲٪ درصد از کل حجم آب دهی سالانه را شامل می‌شود.

جدول (۵) حجم آبدهی ماهانه و سالانه حوضه شمروود

حجم آبدهی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	حجم آبدهی
حجم جریان	۲/۵۱	۱/۱۵	۲/۱۹	۱/۸۳	۲/۱۴	۵/۷۱	۵/۵۴	۴/۳۳	۳/۸۲	۴/۸۲	۶/۰۵	۵/۲۱	۱۱/۷/۱۱
درصد	۷	۲	۵	۴	۷	۱۲	۱۲	۶	۸	۱۰	۱۳	۱۱	۱۰۰



شکل (۳) نمودار درصد حجم آبدهی ماهیانه حوضه شمروود (ماخذ: نویسندگان)

فاکتورهای محیطی در تکثیر ماهی قزل آلا تخم‌ریزی ماهی قزل آلا در زمان مخصوص از سال که عموماً پاییز و زمستان است اتفاق می‌افتد و گاهی اوقات در بهار تخم‌ریزی می‌کنند. تخم‌ریزی برای هر نژاد در زمانی که اطمینان کافی از وجود غذا برای لارو و بچه‌ماهی و شرایط مطلوب آب و هوایی وجود دارد اتفاق می‌افتاد. همچنین تخم‌ریزی در ماهی که شرایط ثابت ۶ ساعت نور و ۱۸ ساعت

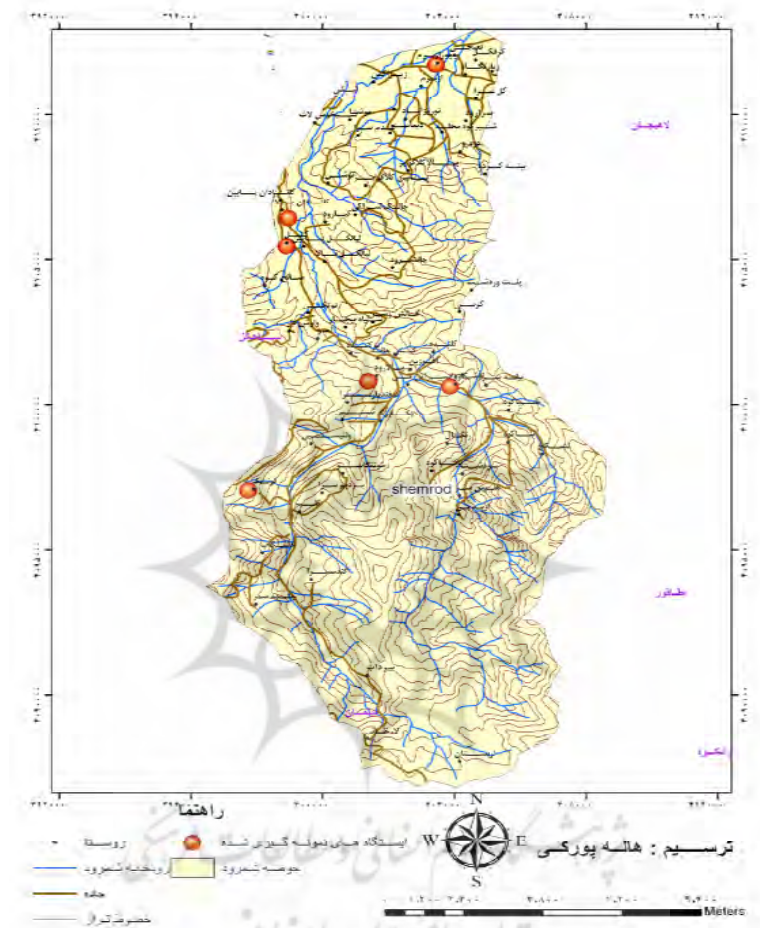
تاریکی و یا ۱۲ ساعت نور ۱۲ ساعت تاریکی به طور ثابت نگهداری می‌شوند با فاصله سالیانه رخ می‌دهد (شهرام فرقانی، ۱۳۷).

در این تحقیق نمونه‌برداری ماهیانه در شش ایستگاه (جدول شماره ۶) انجام و مطالعه شده است. در طول مسیر رودخانه شمرود در سه ماه اسفند و اردیبهشت و تیر ماه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب و در آن میزان درجه حرارت، PH، اکسیژن EC هدایت الکتریکی، دبی لحظه‌ای، کدورت، در ساعت و تاریخ مشخص، آزمایش گردید.

جدول (۶) ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در رودخانه شمرود

موقعیت مکانی	ارتفاع - متر	شیب درجه - درصد	پوشش گیاهی	وضعیت بستر
ایستگاه ۱ روستای لونک کوهستانی	۳۵۰	۴-۴۲-۵	جنگل	شن، قلوه سنگ‌ریز و متوسط گل و رس
ایستگاه ۲ روستای لوشادی کوهستانی	۳۰۰	۴-۳۲- ۴/۷۵	جنگل	شن، قلوه سنگ‌ریز و متوسط گل و رس
ایستگاه ۳ روستای بالا رود کوهستانی	۲۵۰	۴۲-۴/۷۵	جنگل - مزارع	شن، قلوه سنگ‌ریز و متوسط گل و رس
ایستگاه ۴ روستای کلنادران کوهستانی	۱۲۶	۲۵-۰/۴۱	مزارع- جنگل	شن، قلوه سنگ‌ریز و متوسط تا درشت، شن، گل و رس
ایستگاه ۵ روستای ازبرم جلگه	۷۵	۲۴-۰/۴۱	مزارع	شن، قلوه سنگ‌ریز و متوسط تا درشت، شن، گل و رس
ایستگاه ۶ روستای جفل جلگه	۱۱	۷-۰/۱۱	مزارع	شن، قلوه سنگ‌ریز و متوسط تا درشت، شن، گل و رس

نقشه ۷ ایستگاه‌های نمونه‌گیری شده استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا در حوضه آبخیز شمرود سیاه‌کل نشان داده شده است.



شکل (۷) نقشه ایستگاه‌های نمونه‌گیری شده در حوضه آبخیز شمروود سیاهکل

در این مطالعه بررسی وضعیت کمی و کیفی آب، وضعیت بیولوژیک رودخانه شامل ماهیان بومی و شناخت عوامل محدودکننده انجام گرفته تا امکان شناخت مناطق مستعد پرورشی مهیا گردد. با آمار به‌دست آمده از منطقه از لحاظ فیزیوگرافی شامل شیب و جنس بستر و پوشش گیاهی و خاک و شکل منطقه و عناصر فیزیکو شیمیایی آب رودخانه برای



مکان‌یابی استخرهای پرورش ماهی مورد توجه قرار گرفته است. رودخانه شمرود نیز دارای شرایط تا حدودی مشابه در بعضی از نقاط با اقلیمی متفاوت است به‌ویژه در مواقع پر آبی بهار و پاییز و زمستان این امر میسر می‌باشد و محدودیت آن در تابستان بخصوص ماه‌های مرداد، شهریور و نیمه اول مهر که دبی آب در برخی از سال‌ها به حداقل و حتی به صفر می‌رسد که با اتخاذ تدابیری این مشکل قابل حل است. جداول شماره ۶-۸ نتایج آزمایشات انجام شده در ماه‌های اسفند، اردیبهشت، تیر در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹ نشان داده شده است.

جدول (۶) نتایج آزمایشات از کمیّت و کیفیت آب منطقه در رودخانه شمرود در اسفند

ایستگاه	درجه حرارت (C.)	PH	اکسیژن (Mg/L)	EC(Ms/c)	ساعت	تاریخ	دبی لحظه‌ای m/s	کدورت
۱	۴	۶/۲	۹/۲	۱/۵۹۷	۱۳	۸۸/۱۲/۵	۱۶	خیلی شدید
۲	۱	۸/۵	۷/۸	۱/۹۶۳	۱۰/۳۵	۸۸/۱۲/۵	۱۸	خیلی شدید
۳	۱/۹	۸/۵۷	۹/۵	۱/۹۸۹	۱۱	۸۸/۱۲/۶	۲۵	خیلی شدید
۴	۳/۸	۹	۹	۲/۰۰۲	۱۳	۸۸/۱۲/۶	۲۷	خیلی شدید
۵	۱۲	۸/۳	۷/۴	۱/۴۴۷	۱۲/۳۰	۸۸/۱۲/۲۵	۴۵	شدید
۶	۱۲	۸/۵	۷/۱	۱/۴۴۰	۱۴/۳۰	۸۸/۱۲/۲۵	۵۰	شدید

جدول (۷) نتایج آزمایشات انجام شده در اردیبهشت ۱۳۸۹ ایستگاه‌های رودخانه شمرود

ایستگاه	درجه حرارت (C.)	PH	اکسیژن (Mg/L)	EC(Ms/c)	ساعت	تاریخ	دبی لحظه‌ای m/s	کدورت
۱	۱۸	۸/۴	۸/۷	۵/۷	۱۳	۸۹/۲/۱۵	۳	شفاف
۲	۱۵/۵	۸/۱	۸/۷	۵/۸	۱۱/۳۰	۸۹/۲/۱۵	۹/۴	شفاف
۳	۱۸	۸/۲	۸/۵	۷	۱۰	۸۹/۲/۱۶	۱۴/۳	شفاف
۴	۲۰	۸	۸	۴	۱۴/۲۰	۸۹/۲/۱۶	۱۷/۵	شفاف
۵	۲۰/۵	۸/۱	۸/۴	۳/۲	۱۲/۲۰	۸۹/۲/۱۷	۳۲	کدر
۶	۲۳	۸/۱	۸/۲	۳/۲	۱۴	۸۹/۲/۱۷	۳۵	کدر

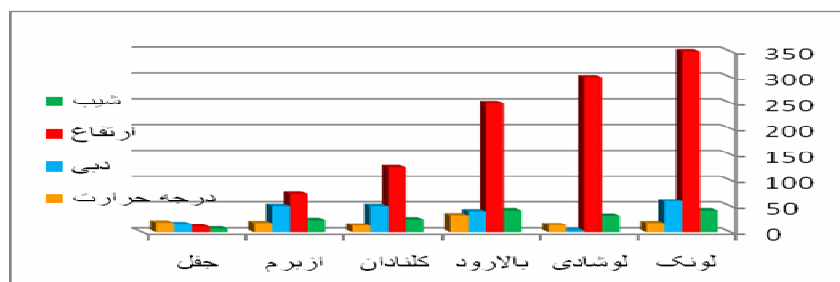
جدول (۸) نتایج آزمایشات انجام شده در تیر ۱۳۸۹ ایستگاه‌های رودخانه شمرود

شفاف	۱۵	۸۹/۴/۱۹	۱۳	۲۷/۵	۸	۲۹	۱
شفاف	۱۵	۸۹/۴/۱۹	۱۲	۱۱	۸	۲۷	۲
شفاف	۵۰	۸۹/۴/۱۹	۱۰	۳۰	۷/۹	۲۱	۳
شفاف	۷	۸۹/۴/۲۰	۱۰	۴/۵	۸/۲	۲۲	۴
شفاف	۲۰	۸۹/۴/۲۰	۱۳	۳/۹	۸	۳۲/۵	۵
شفاف	۱۰۰	۸۹/۴/۲۰	۱۵	۷/۹	۷/۸	۳۲	۶

مکان‌یابی برای آبی‌پروری در حوضه آبخیز شمرود

در دنیا پرورش آبزیان معادل رقم ۵۹/۴ میلیون تن در سال که در این میان ۲۵ میلیون تن در آب‌های داخلی تولید می‌شود، با توجه به وضعیت ارتباطی شهرستان سیاهکل با دیگر شهرستان‌ها و مناطق سرد امکان پرورش ماهیان سرد آبی در نقاط همجوار با این شهرستان و مناطق مشابه امکان پرورش ماهیان سرد آبی و در بخش دیگر با اقلیم گرم و معتدل پرورش ماهیان گرم آبی وجود دارد لیکن با توجه به مسایل اقتصادی و توجیه طرح‌های تولید لزوم ارزیابی توان بالقوه و عملی منابع آبی به‌ویژه رودخانه شمرود لازم است. طبق جدول شماره ۹، ۶ منطقه برای پرورش ماهیان سرد آبی بر روی نقشه نهایی مکان‌یابی شده است که با توجه به شرایط مطلوب و نیمه‌مطلوب طبقه‌بندی گردید. برای انتخاب مکان مناسب در حوضه آبخیز شمرود عوامل شرایط اکولوژیکی (بوم‌شناختی) و عوامل بیولوژیکی (زیست‌شناختی) مورد توجه و بررسی قرار گرفت. از تلفیق چهار پارامتر در مکان‌یابی استخرهای پرورش ماهیان سرد آبی در ۶ منطقه لونک، لوشادی، بالارود، کلنادان، ازبرم، جفل نمودار شماره ۴ به‌دست آمد.

عوامل اکولوژی شامل: ۱- موقعیت مکانی ۲- توپوگرافی ۳- خاک ۴- کمیت آب و عوامل زیست‌شناختی شامل: ۱- انتخاب گونه آبزیان ۲- پرورش ۳- انواع پرورش می‌باشد.



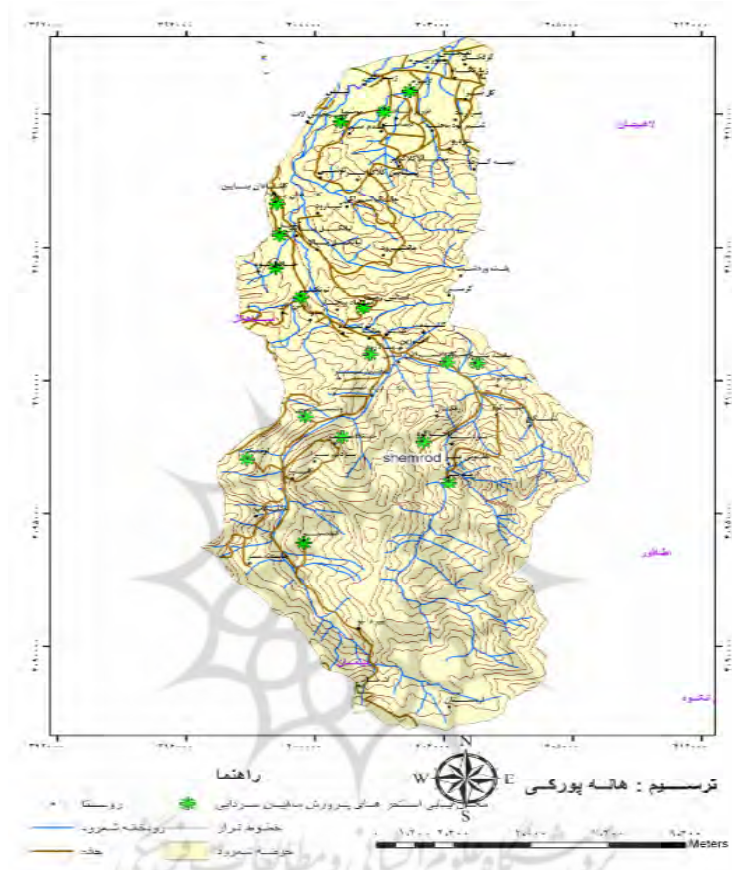
شکل (۴) نمودار تلفیق چهار پارامتر در مکان‌یابی استخرهای پرورش ماهیان سرد آبی

جدول (۹) تلفیق پارامترهای فیزیوگرافی و فیزیک و شیمیایی رودخانه شمرد در مکان‌یابی استخرهای ماهیان سرد آبی

پارامترها	استاندارد پارامترهای پرورش ماهی آزاد ماهیان	تونک	لوشادی	بالارود	کلنادان	ازبرم	جفل
درجه حرارت آب	۱۷-۱۲ سانتی‌گراد	مطلوب	نیمه	مطلوب	نیمه	نیمه	نیمه
شوری آب	۱/۸۰۶۶ کلو بر حسب گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	نیمه	مطلوب	مطلوب
هدایت الکتریکی	۳۰-۶۰	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
کدورت آب	۸۰ میلی‌گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	نیمه	مطلوب
اکسیژن محلول در آب	۶ میلی‌گرم در لیتر	نیمه	نیمه	مطلوب	نیمه	مطلوب	نیمه
سختی کل	۲۰-۳۰ میلی‌گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	نیمه	مطلوب	نیمه
PH	۶/۵-۸/۵	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
دی‌اکسید کربن	< ۲۵ میلی‌گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	نیمه	نیمه
آمونیاک	حداکثر ۰/۵/۰۱۲ PH=۸/۰	مطلوب	نیمه	مطلوب	نیمه	مطلوب	نیمه
آمونیم	حداکثر ۱ میلی‌گرم در لیتر در PH= ۸/۵	مطلوب	نیمه	مطلوب	نیمه	مطلوب	نیمه

نیترات	حداکثر ۲۰ میلی گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
نیتریت	حداکثر ۰/۲ میلی گرم در لیتر	مطلوب	نیمه مطلوب	مطلوب	نیمه مطلوب	مطلوب	مطلوب
کلر (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۳-۰/۰۱	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
سولفید هیدورژن	حداکثر ۱ میلی گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
کلسیم	۴۰-۱۶۰ میلی گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
روی	<۰/۰۴ میلی گرم در لیتر در PH=۷/۶	مطلوب	مطلوب	نیمه مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
مس	۰/۱ میلی گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	نیمه مطلوب	نیمه مطلوب	مطلوب	مطلوب
آهن	<۰/۱ میلی گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	نیمه مطلوب	مطلوب
مواد معلق جامد	<۸۰ میلی گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
مواد محلول	۲۰۰-۵۰۰ میلی گرم در لیتر	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	نیمه مطلوب
نیترژن (فشار گاز)	کمتر از ۱۱۰	مطلوب	نیمه مطلوب	مطلوب	نیمه مطلوب	مطلوب	نیمه مطلوب

طبق جدول شماره ۹، حداقل میزان CO<sub>2</sub> در ایستگاه سوم ۶ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر میزان در ایستگاه ۶ ۳۶ میلی‌گرم در لیتر، حداقل میزان HCO<sub>3</sub> (بی‌کربنات) در ایستگاه سوم به مقدار ۱۳۴ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر میزان در ایستگاه دوم به ۳۲۳ میلی‌گرم در لیتر بالغ می‌گردد. Mg (منیزیم): میزان این عنصر حداقل میزان در ایستگاه پنجم ۴/۸ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر آن در ایستگاه یک به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر سنجش شد، وجود میانگین دمای آب حداکثر به میزان ۸ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۱ درجه سانتی‌گراد گواهی بر این موضوع است که حتی در شرایط سرد زمستان در این ایستگاه دمای آب به نقطه منفی نرفته و همچنین شرایط دمایی مناسب برای پرورش ماهیان سرد آبی است.



شکل (۸) نقشه مکان‌یابی استخرهای پرورش ماهیان سردآبی (قزل‌آلا) حوضه شمرد

در نهایت با نرم‌افزار GIS و با قرار دادن نقشه‌های آبراهه‌ها، نقاط سیاسی، لیتولوژی، شیب، جهت شیب و عوامل مورد نیاز که برای پرورش ماهی قزل‌آلا نیاز است مانند، اکسیژن آب، درجه حرارت، جنس بستر، املاح، کدورت، نور، با روی هم قرار دادن آن‌ها نقاط مستعد و مناسب احداث ایستگاه‌های پرورش ماهی و نیمه‌مساعد و نامساعد بر روی نقشه (شکل شماره ۸) مشخص گردید.

## نتیجه‌گیری

از نظر توپوگرافی محدوده مورد مطالعه جهت پرورش ماهی و احداث استخر مناسب می‌باشد. از نظر شیب حدود ۵۵٪ درصد منطقه بالای ۳۰ درصد است و حدود ۱٪ آن بیش از ۶۰٪ می‌باشد، شیب مناسب برای پرورش ماهی ۱۸-۳۰ درصد می‌باشد. شیب نیمه‌مطلوب جهت پرورش ماهی ۳۰-۴۰ درصد و ۰-۱۸ درصد می‌باشد. از نظر پوشش گیاهی بیشتر حوضه شمرود دارای پوشش جنگلی نیمه متراکم تا متراکم می‌باشد. پوشش گیاهی مناسب جهت احداث استخرهای پرورش ماهی متراکم و نیمه‌متراکم است که با شرایط منطقه همخوانی دارد. از نظر زمین‌شناسی حوضه شمرود به لحاظ زمین‌شناسی دارای شرایط متنوعی است. جنس بستر رود در مناطق پر شیب سنگلاخی، در نواحی شیب متوسط سنگی و شنی و در اطراف مصب شنی و گلی است به لحاظ زمین‌شناسی از ویژگی‌های بارز حوضه وسیع بودن واحد جلگه‌ای رودخانه و برون‌زد سنگ‌های قدیمی دگرگونی اشاره کرد.

این حوضه از نظر فیزیوگرافی دارای شکلی کشیده بوده، دبی متوسط سالانه رودخانه شمرود ۳/۹۲ مترمکعب در ثانیه، حداقل دبی رودخانه در روند ثبت اطلاعات در نمونه برداری صحرائی، حداقل مطلق بین صفر (خشک بودن رودخانه) تا حداقل ثبت شده ۲ لیتر در ثانیه در ایستگاه ۲ (لوشادی) تا ۳۵۰ لیتر در ثانیه در ایستگاه جفل به‌دست آمد، با در نظر گرفتن موارد ذکر شده منطقه‌های ازبرم-بالارود دارای شرایط مطلوب و منطقه جفل دارای شرایط نیمه‌مطلوب تا نا مطلوب را دارا می‌باشد. با توجه به داده‌های آماری و یافته‌های تحقیق و آزمایشات انجام گرفته در منطقه مکان‌های مورد نظر روی نقشه نهایی مکان‌یابی شده است که با توجه به شرایط مطلوب و نیمه‌مطلوب طبقه‌بندی گردید. با در نظر گرفتن شرایط فیزیوگرافی رودخانه و فیزیکو شیمیایی آب، روستاهایی از جمله لونک، لوشادی، بالارود، کلندان، ازبرم و جفل، پيله سرا، لشکج، گندم سرا، سیکاش، نیسی، گالش زمین، سنگ آس، لیاله گل، اکیارود و توتکی مرشا دارای توان احداث استخر پرورش ماهی را دارند و در بعضی از این مکان‌ها تکثیر و پرورش ماهی به‌نحو احسن انجام‌پذیر می‌باشد و در بعضی دیگر به علت نداشتن مکان مناسب برای آبی‌پروری بدون استفاده قرار گرفته است.

## منابع

- اصلاح عربانی، ابراهیم (۱۳۸۰)، «کتاب گیلان»، گروه پژوهشگران ایران، جلد اول، چاپ دوم ۷۴۸ صفحه صص ۱۶۰-۱۵۲.
- رهنمایی، محمدتقی (۱۳۷۰)، «توان‌های محیطی ایران»، انتشارات چاک رودکی.
- ساسانی، فاطمه؛ افضل‌مهر، حسین و حیدرپور، منوچهر (۱۳۸۴)، «بررسی تأثیر فاکتور تنش برشی بر تغییر مکان‌های جانبی در طول بازه‌های قوس‌دار در یک رودخانه درشت دانه»، پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه شهید باهنر کرمان. صص ۸-۱.
- «سازمان منابع و آب‌خیزداری استان گیلان».
- «سازمان هواشناسی استان گیلان»، آمار هواشناسی از سال ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۸۸.
- شفیع‌ی ثابت، سعید و امینیان فتیده، باقر (۱۳۸۷)، «بررسی مقایسه‌ای مشخصه‌های مورفولوژیکی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان»، اولین همایش منطقه‌ای اکوسیستم‌های آبی داخلی ایران.
- عمادی، حسین (۱۳۷۴)، «راهنمای تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای ماهی آزاد»، انتشارات ماهنامه آبزیان، تهران، صفحات ۱۰-۱.
- کمالی، س.ا. و تاتینا، م. (۱۳۸۹)، «ارزیابی شاخص زیستی و کیفیت آب بخش‌های ابتدایی و انتهایی مسیر جلگه‌های رودخانه لمیر شهرستان تالش با استفاده از جوامع حشرات آبی کفزی». مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره پنجم، پاییز، صفحات ۱۲-۳.
- فرقانی، شهرام؛ قولیوف، زوم؛ محمدی‌دوست، مهرداد (۱۳۸۹)، «بررسی بازماندگان بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای خاکی پن»، مجله علمی تخصصی تالاب، دانشگاه آزاد واحد اهواز، سال دوم، شماره سوم، صفحات ۹۱-۹۹.
- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان جغرافیایی کشور.
- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، سازمان جغرافیایی کشور شیت سیاهکل.

- نوان مقصودی، م. و احمدی، م.ر. و کیوان، الف.، (۱۳۸۲). «بررسی توان تولید بر اساس تنوع و فراوانی کفزیان در رودخانه شمروود سیاهکل». *مجله علمی تسیلات ایران*، سال دوازدهم، شماره ۲، صفحات ۱۳۸-۱۲۳.

- Amarasinghe, S,U, De silva, SS, and nissanka, C., (2002), "Evaluation of prediactive yield modele based on catchment characteristics using GIS for reservoir fisheries in Srilanka", *Fishing Management and Ecology*. Vol10, No. 1, pp 293-302.
- Selby M.J., (1983), "Earths Changing Surface", Oxford University Publication.
- Cooper, C.M., and Knight, S.S., (1991), "Water quality cycles in two hill land streams subjected to natural, municipal, and non-point agricultural stresses in the Yazoo Basin of mississippi, USA (24: 1654-1663)", 1987-1985 *Verh. Internat. Verein. Limnol.*