

توسعه آبرزی پروری در منابع آبی خرد کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان ایجرود استان زنجان)

عادل حسین جانی^{*}، هادی بابایی^۱، اسماعیل صادقی نژاد ماسوله^۱، محمد صیاد بورانی^۱

۱- پژوهشکده آبرزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۳

چکیده

در سالیان اخیر آبرزی پروری نقش مهمی در تولید پروتئین حیوانی برای تغذیه انسان، اشتغالزایی و کاهش فقر به ویژه در مناطق روستایی در جهان ایفا کرده است. امروزه در کشور با توجه به مشکل کمبود آب که عاملی محدود کننده در توسعه محسوب می گردد، استفاده بهینه و چند منظوره از منابع آبی، از جمله استفاده از منابع آب مورد استفاده برای کشاورزی با هدف آبرزی پروری از راهکارهای مناسب توسعه با نگرشی بر توسعه پایدار محسوب می شود. هدف این مطالعه ارزیابی توان استفاده بهینه از منابع آبی خرد کشاورزی به منظور توسعه آبرزی پروری در روستای خانقاه شهرستان ایجرود در استان زنجان بوده است. در این پژوهش از روش کتابخانه ای برای جمع آوری داده ها و اطلاعات پایه و نیز روش تحقیق عملیاتی به منظور نمونه برداری از شاخص های کیفی و کمی برای پرورش ماهی در روش تحقیق استفاده گردیده است. پارامترهای هیدروشیمیایی در ذخیره گاه آبی کشاورزی موجود با مساحت تقریبی ۳ هکتار مطالعه شدند و پارامترها با یکدیگر و همچنین با شرایط استاندارد پرورش آبزیان مقایسه شدند. نتایج نشان دادند میزان اندازه گیری شده فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب در منبع آبی مذکور در محدوده مناسب و استاندارد برای پرورش ماهیان سردابی و گرمابی بودند. شرایط دمایی و اقلیم منطقه از عوامل محدوده کننده در فعالیت های آبرزی پروری در این منطقه محسوب می گردد. با توجه به بالا بودن درجه حرارت منطقه و دمای آب در نیمه اول سال، منبع آبی فوق برای پرورش ماهیان گرمابی مناسب تر است که با توجه به کوتاه بودن طول دوره پرورش و وضعیت اقلیمی منطقه که نیمه خشک فراسرد است، به وزن رسانی بچه ماهی کپور بدلیل در پی داشتن کمترین هزینه در تغییرات برای منبع آبی مورد مطالعه پیشنهاد می گردد که این امر می تواند در بهبود شرایط معیشتی کشاورزان بهره بردار تاثیر گذار باشد.

کلمات کلیدی: آبرزی پروری، منابع آبی خرد کشاورزی، استان زنجان.

مقدمه

یکی از مهمترین عوامل رسیدن به توسعه، توجه به معیشت روستاییان است. به این دلیل که عمده جمعیت فقیر جهان در بخش روستایی کشورهای در حال توسعه زندگی می کنند (World Bank Group, 2012). احداث سازه های نگهداری و ذخیره آب برای آبیاری زمین های کشاورزی و مصارف دیگر از دیرباز در کشورهای جهان معمول بوده است (هدایت، ۱۳۷۴). محدودیت منابع آبی در کشور سبب شده است تا روستائیان در مناطق مختلف کشور مبادرت به ساخت استخرهای ذخیره آب برای جمع آوری آب در فصول مختلف سال کرده تا بتوانند آب بیشتری را برای مصارف کشاورزی به ویژه در مواقع کم آبی در دسترس داشته باشند (علیزاده و همکاران، ۱۳۷۷). بدین جهت بهره برداری چند منظوره از منابع آبی خرد مانند سازه های انسان ساخت و چاه های کشاورزی، سبب شده است تولید ماهی به منظور تأمین نیازهای مردم و تقویت وضعیت معیشتی و اقتصادی روستائیان و کشاورزان نیز مورد توجه قرار گیرد (نفیسی و همکاران، ۱۳۸۵). از مزایای منابع ذخیره آب کشاورزی می توان به افزایش راندمان آبیاری، استفاده بهینه از آب کشاورزی و ایجاد اشتغال و بهبود شرایط اقتصادی خانوارهای روستایی اشاره نمود (Saphakdy et al., 2013). همچنین مطالعات نشان می دهد مزارعی که در کنار کشاورزی به پرورش ماهی اشتغال دارند در مقایسه با مزارع یک منظوره از بهره وری بیشتری برخوردارند و از منابع استفاده بهینه ای می کنند (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۳). امروزه تغییرات اقلیمی در جهان و بروز خشکسالی در مناطق مختلف، برنامه ریزی به منظور بهره وری حداکثری از منابع آبی به ویژه در

مباحث آبریز پروری را به همراه دارد (Koehn et al., 2012). در ارزیابی استعداد و توان آبریز پروری معیارهای بیوفیزیکی، اجتماعی و اقتصادی باید مورد بررسی قرار گیرند (Pillay, 1990). آنچه مسلم است آبریز پروری غیر اصولی و غیر کارشناسانه می تواند پیامدهای منفی بسیار شدید و غیر قابل جبرانی در بخش های اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و بوم-شناختی به همراه داشته باشد (حسین جانی و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعات متعددی به منظور بررسی توان تولید در منابع آبی روستایی برای آبریز پروری با استفاده از مطالعات تنوع جوامع زیستی و شرایط فیزیکی و شیمیایی آب صورت گرفته است که از آن جمله می-توان به مطالعات Troell و همکاران (۲۰۰۹) اشاره نمود. Ahmed در سال ۲۰۰۹ و همچنین Sheriff و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعاتی پیرامون معیشت پایدار بوسیله توسعه پرورش ماهی در مناطق روستایی پرداختند. طی پژوهش هایی توسط Allison و Ellis (۲۰۰۱)، Smith و همکاران (۲۰۰۵) و Shrestha و همکاران (۲۰۱۲) بهبود معیشت خانوارهای روستایی بوسیله آبریز پروری در مقیاس کوچک در کشورهای در حال توسعه را مورد بررسی قرار دادند. در مطالعاتی از سوی سازمان خواروبار جهانی (فائو)، Bueno (۲۰۰۹) شاخص های توسعه آبریز پروری کوچک مقیاس را در کشورهای کمتر توسعه یافته مورد مطالعه قرار داد. پژوهش هایی نیز توسط Shrestha و Bhujel (۲۰۱۲) در زمینه مدل های مناسب توسعه آبریز پروری کوچک مقیاس در مناطق روستایی نپال انجام شد. همچنین مطالعات دیگری با محوریت بررسی فاکتورهای کیفی آب و نحوه مدیریت منابع آبی طبیعی و انسان ساخت به منظور آبریز پروری بر اساس رسیدن

به کارایی تولید بهینه نیز صورت گرفته است (Kumar et al., 2003; Gurung et al., 2008). در ایران نیز ارشادی و زارع (۱۳۹۰) ارزیابی فنی و تولید در استخرهای دو منظوره پرورش ماهی و ذخیره آب کشاورزی در منطقه سیستان را مورد مطالعه قرار دادند. همچنین توسط علیزاده و همکاران در سال ۱۳۷۷ دستورالعمل اجرایی پرورش کپور ماهیان در استخرهای ذخیره آب کشاورزی تبیین گردید. نفیسی و همکاران (۱۳۸۰) نیز اصول پرورش ماهی قزل آلا (در استخرهای ذخیره آب و کانالهای کشاورزی) را ارائه دادند. در استان زنجان نیز مطالعات متعددی در زمینه استعدادیابی و بررسی توان تولید منابع آبی صورت گرفته است که از آن جمله می توان به بررسی توان تولید سد خاکی قارختلوی زنجان به منظور آبی پروری توسط صادقی نژاد ماسوله و همکاران (۱۳۹۳) و

ارزیابی توان آبی پروری دریاچه سد گلابر ایجرود استان زنجان توسط بابایی و همکاران (۱۳۹۵) اشاره نمود. مطالعات صورت گرفته بیانگر این امر است که ارزیابی امکان توسعه آبی پروری در منابع آبی نیازمند بررسی شرایط مورد اشاره می باشد. با توجه به اقلیم منطقه مورد مطالعه ایجرود و میانگین بارش سالانه آن بهره برداری از آب های زیرزمینی برای مصارف کشاورزی سابقه دیرینه دارد. به این دلیل ارائه راهکارهای مناسب به منظور بهره برداری بهینه از آب استخرها و سازه های ذخیره آب موجود و بالفعل در منطقه که به منظور آبیاری مزارع و باغات کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند، ضروری است. هدف از این پژوهش ارزیابی توان استفاده بهینه از منابع آبی خرد کشاورزی به منظور توسعه آبی پروری در روستای خانقاه شهرستان ایجرود در استان زنجان بوده است.

جدول ۱: مقادیر استاندارد فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب در پرورش آبزیان (Russo and Thurston., 1991; boyd, 1990; اسماعیلی ساری، ۱۳۸۳).

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب	حد استاندارد برای ماهیان گرم آبی	حد استاندارد برای ماهیان سرد آبی
سختی کل (میلیگرم درلیتر)	۱۰-۴۰۰	۲۰۰-۵۰۰
هدایت الکتریکی گرم آبی (میکروموس بر سانتیمتر)	<۶۰۰۰	۲۰۰۰
قلیائیت نام (میلیگرم درلیتر)	۱۰۰-۲۰۰	۱۰۰-۲۰۰
اکسیژن محلول (میلیگرم درلیتر)	۴	۵
p (میلیگرم درلیتر) H	۶/۵-۹	۶/۵-۸/۵
فسفر محلول (میلیگرم درلیتر)	۲-۳	<۱
کلسیم (میلیگرم بر لیتر)	<۴۰۰	۴-۱۶۰
فسفر کل (میلیگرم درلیتر)	۰/۰۵-۰/۵	۰/۰۱-۰/۰۵
شفافیت (سانتیمتر)	۳۰-۵۰	۵۰-۱۵۰
درجه حرارت آب (سانتیگراد)	۱۸-۳۰	۴-۲۰
NO2 (میلیگرم در لیتر) نیتريت	۰/۰۵-۰/۵	<۰/۰۵
NO3 (میلیگرم در لیتر) نترات	<۱۵	<۱۰
NH4+ (میلیگرم در لیتر)	<۱	<۱
NH3 سمی (میلیگرم در لیتر)	<۰/۰۲	<۰/۰۱۳
ازت کل	۲-۳	۲-۳
سولفات (میلیگرم در لیتر)	<۵۰۰	<۵۰۰
کلر	۱	<۰/۰۰۳

مواد و روش ها

محل اجرای پروژه در ۱۵ کیلومتری جاده بیجار از شهرستان زرین آباد و در روستای خانقاه شهرستان ایجرود از توابع استان زنجان در زمینی به مساحت ۳ هکتار با متوسط عمق ۵ متر در جوار کارخانه‌ی آسفالت شورچای واقع شده است. ساختار این سازه، خاکی بوده با حجم ۱۵۰۰۰۰ متر مکعب و به منظور ذخیره آب حاصل از نزولات جوی و استفاده در کشاورزی و آبیاری زمینهای زراعی مجاور احداث گردید. عمده آب تامین کننده این منبع آبی چاه موجود در جوار این سازه با متوسط دبی ۳ لیتر در ثانیه و نزولات آسمانی است. شهرستان ایجرود یکی از شهرستان های استان زنجان است که در باختر این استان واقع شده و از شمال به شهرستان زنجان از جنوب به شهرستان خدابنده، از شمال خاوری به سلطانیه در ابهر، از شمال باختری به شهرستان مهنشان و از باختر به شهرستان بیجار (استان کردستان) محدود می شود. شهرستان ایجرود در ۴۷ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه درازای خاوری و ۳۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه پهناي شمالی واقع شده است. این شهرستان دارای منطقه کوهستانی و جلگه ای است و شرایط آب و هوایی کوهستانی را دارا می باشد معمولاً در ارتفاعات دارای آب و هوای سرد کوهستانی، زمستانی برفی و در قسمت دشت در تابستان دارای آب و هوای معتدل و خشک می باشد (سالنامه آماری استان زنجان، ۱۳۹۲). این تحقیق به دو روش کتابخانه ای و میدانی صورت گرفت. در روش کتابخانه ای اطلاعات داده های مورد نیاز پژوهش از سازمانها و نهادهای مربوطه از قبیل هواشناسی، سازمان آب و آبخیزداری جمع آوری و استخراج گردیده و بر آن اساس منطقه

مورد ارزیابی قرار گرفت. در روش میدانی با حضور در منطقه بطور فصلی در چهار دوره در طی سال ۹۴ از شرایط فیزیکی و شیمیایی آب و کیفیت و کمیت منبع آبی و آب چاه در دسترس با استفاده از ظروف پلی اتیلنی نمونه برداری گردید و نمونه ها مورد سنجش قرار گرفتند. سنجش نمونه ها با استفاده از روشهای استاندارد آنالیز آب و فاضلاب ارایه شده توسط انجمن حفاظت محیط زیست آمریکا (APHA, 2005) انجام شد. برای سنجش ترکیبات مغذی (نیتрат، نیتريت، فسفات، نیتروژن کل و فسفر کل) از روش اسپکترفوتومتری استفاده گردید. همچنین کاتیونها و آنیونهاى محلول نیز با استفاده از روش تیتراسیون (حجم سنجی) مورد بررسی قرار گرفتند (APHA, 2005). میانگین نتایج کیفیت آب منبع دحیره با استفاده از آزمون آماری One-Sample T-test در سطح معناداری ($\alpha = 0.05$) با استانداردهای کیفی و کمی آب برای آبریز پروری مقایسه شد. برای محاسبات و نمایش آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و Excel نسخه ۲۰۱۳ استفاده گردید (Pallant, 2013; Bhujel, 2009).



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی منبع ذخیره آب مورد مطالعه

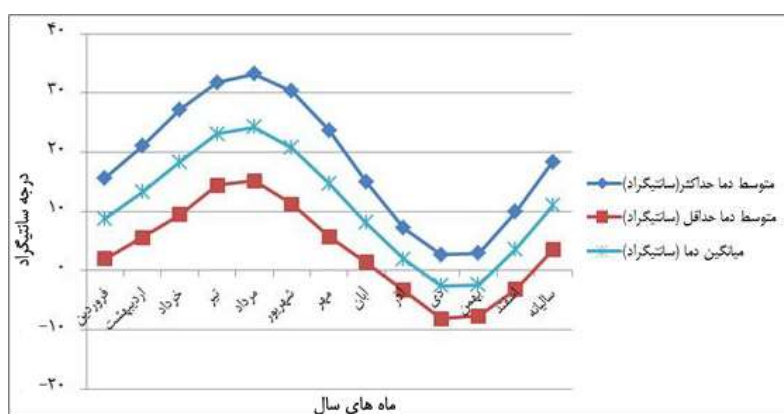
نتایج

میانگین دبی آب خروجی از چاه ۳ لیتر در ثانیه اندازه گیری شد. بیشترین میزان بارندگی در منطقه در فصل بهار (۸۸/۷ میلی متر) و کمترین میزان آن در فصل تابستان (۱۴/۲ میلی متر) با میانگین سالانه ۲۵۶/۶ میلی متر می باشد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است بیشترین مقدار درجه حرارت روزانه مربوط به مرداد ماه ($33/2^{\circ}\text{C}$) بوده که از متوسط درجه حرارت سالانه ($18/4^{\circ}\text{C}$) بیشتر است. کمترین میزان درجه حرارت روزانه مربوط به دی ماه ($-8/1^{\circ}\text{C}$) می باشد. روند افزایش دما در منطقه از فروردین ماه تا مرداد ماه ادامه داشته و از آن به بعد، درجه حرارت بطور منظم کاهش می یابد. مطابق شکل ۲ تعداد روز های یخبندان در منطقه ۱۲۱ روز در سال می باشد که بهمن ماه با ۲۶/۸ روز یخبندان دارای بیشترین تعداد روزهای همراه با یخبندان بوده است. در این بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی آب چاه در ورودی به استخر و آب استخر در طی چهار دور نمونه برداری بطور فصلی در سال ۹۴ انجام گرفت. دمای آب چاه در نیمه اول سال و در فصول بهار و تابستان بین ۱۹ و ۲۶ درجه سانتیگراد و در نیمه دوم سال و در فصول پاییز و زمستان بین ۸ و ۱۷ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد. حداکثر میزان هدایت الکتریکی آب چاه ۱۲۲۶ میکرو موس بر سانتی متر و حداقل ۱۰۴۴ میکرو موس بر سانتی متر و حداکثر میزان هدایت الکتریکی آب استخر ۱۲۱۸ میکرو موس بر سانتی متر و حداقل ۱۱۰۱ میکرو موس بر سانتی متر اندازه گیری شد. دامنه تغییرات pH آب چاه بین ۸/۴۲ الی ۷/۳۱ و دامنه تغییرات pH آب استخر بین ۸/۳۲ الی ۷/۰۹ در نوسان در نوسان بوده است. حداکثر میزان اکسیژن محلول آب چاه به

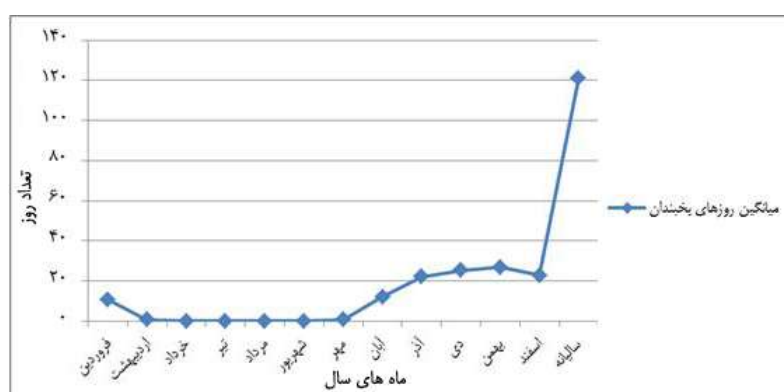
میزان ۹/۸ میلی گرم در لیتر و حداقل ۸/۱۴ میلی گرم در لیتر و حداکثر میزان اکسیژن محلول آب استخر به میزان ۹/۱ میلی گرم در لیتر و حداقل ۶/۸۹ میلی گرم در لیتر اندازه گیری شد. در این بررسی ها میزان آنیونها و کاتیونها در آب چاه نیز اندازه گیری گردید. میانگین غلظت کلسیم و منیزیم به ترتیب ۷۷/۶، ۴۵/۴ میلی گرم در لیتر و میانگین سختی کل در آب چاه به میزان ۳۸۵/۷ میلی گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم سنجش شد. میانگین غلظت سولفات و COD در آب چاه به ترتیب ۲۲۱/۶، ۸/۷ و ۲۰/۳ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد. در این بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی آب استخر که تاحدی از لحاظ آبرزی پروری فعال بوده نیز مورد سنجش قرار گرفت. میانگین دمای آب استخر ۱۳/۶ درجه سانتی گراد و حداقل دمای آن در فصل زمستان معادل ۸ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد. میانگین میزان قابلیت هدایت الکتریکی آب استخر ۱۱۴۴ میکروموس بر سانتی متر و میانگین pH آن ۷/۶۳ بر آورد گردید. میانگین سختی کل، نیترژن کل و فسفر کل به ترتیب ۳۰۹، ۱/۲۸۸ و ۰/۰۴۱ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد. حداکثر غلظت اکسیژن محلول در آب استخر ۹/۱ میلی گرم بر لیتر و حداقل آن ۶/۸ میلیگرم بر لیتر و میانگین اکسیژن محلول ۸/۹ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری گردید. غلظت سولفات با میانگین ۲۳۰ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد. غلظت یون کلرید در آب چاه و استخر به ترتیب ۱۳۸/۷ و ۱۴۱/۹ میلی گرم بر لیتر سنجش شد. نتایج آزمایشات نشان می دهد که حداکثر غلظت نیترات در آب چاه ۱/۸۹ میلی گرم بر لیتر و حداقل میزان آن ۰/۹۸۱ میلی گرم بر لیتر و میانگین غلظت آن ۱/۴۵۱ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد. حداکثر غلظت نیترژن کل در

اندازه گیری شد. حداکثر میزان فسفر کل آب چاه ۰/۰۷۹ میلی گرم بر لیتر و کمترین غلظت آن ۰/۰۲۹ میلی گرم بر لیتر برآورد گردید، میانگین فسفر آب چاه ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر سنجش شد. میانگین غلظت آمونیاک غیر یونیزه (NH₃) در آب چاه ۰/۰۰۴ میلی-گرم بر لیتر برآورد شده است. در جدول زیر نتایج حاصل از تحلیل t تک نمونه ای ارائه گردیده است. در این جدول مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده آب منبع ذخیره آب با مقادیر استاندارد در جدول ۱ مقایسه شده است.

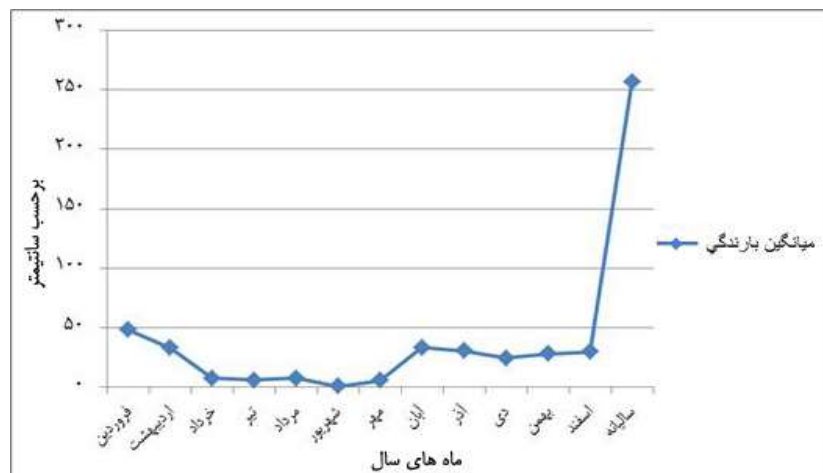
آب چاه ۲/۹۵ میلی گرم بر لیتر و کمترین مقادیر آن در فصل زمستان به میزان ۱/۷۵۲ میلی گرم بر لیتر و میانگین غلظت نیتروژن کل آب چاه به میزان ۲/۳۱ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد. نتایج بررسی ها نشان داد که حد اکثر غلظت ارتوفسفات (فسفات محلول) در آب چاه ۰/۰۲۷ میلی گرم بر لیتر با میانگین ۰/۰۲۱ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد. میانگین نیتريت آب چاه ۰/۰۰۶ میلی گرم بر لیتر برآورد شده است. حداکثر غلظت آمونیم ۰/۰۹۸ میلی گرم بر لیتر و حداقل غلظت آن ۰/۰۲۵ میلی گرم با میانگین ۰/۰۵۵ میلی گرم بر لیتر



شکل ۲: میانگین ده ساله (۱۳۸۵-۹۴) حداکثر و حداقل دمای هوا در منطقه ایجرود (بر حسب درجه سانتیگراد).



شکل ۳: میانگین ده ساله (۱۳۸۵-۹۴) روزهای یخبندان در منطقه ایجرود



شکل ۴: میانگین ده ساله (۹۴-۱۳۸۵) بارندگی در منطقه ایجرود (بر حسب سانتی متر).

جدول ۲: تحلیل t تک نمونه ای برای مقایسه مقادیر شاخص املاح موجود اندازه گیری شده آب منبع ذخیره آب با مقادیر استاندارد

پارامترهای اندازه گیری شده	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	Sig (2-tailed)
کلرور (mg/l)	۱۳۱	۱۴۵/۶	۱۳۹/۲۵	۶/۰۶	۰/۸۲۰
کلسیم (mg/l)	۷۴/۵	۸۱/۳	۷۷/۹۰	۲/۸۱	۰/۱۳۲
سولفات (mg/l)	۲۰۳	۲۳۲	۲۲/۲۵	۱۳/۲۷	۰/۷۳۴

جدول ۳: تحلیل t تک نمونه ای برای مقایسه مقادیر تغییرات مواد مغذی اندازه گیری شده آب منبع ذخیره آب با مقادیر استاندارد.

پارامترهای اندازه گیری شده	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	Sig (2-tailed)
نیتروژن کل (mg/l)	۱/۰۱	۲/۹۵	۱/۹۷	۰/۸۱	۰/۹۵۷
نیتريت (mg/l)	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۶۵۰
نترات (mg/l)	۰/۹۸۱	۱/۸۹	۱/۴۵	۰/۴۴۵	۰/۹۹۶
آمونیم (mg/l)	۰/۰۲۵	۰/۰۹۸	۰/۰۵۵	۰/۰۳۱	۰/۳۹۲
آمونیاک (mg/l)	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۸۸۶
فسفات کل (mg/l)	۰/۰۲۹	۰/۰۷۹	۰/۰۵۵	۰/۰۲۱	۰/۲۳۸
فسفات محلول (mg/l)	۰/۰۱۱	۰/۰۲۷	۰/۰۲۱	۰/۰۰۶۹	۰/۰۸۷

جدول ۴: تحلیل t تک نمونه ای برای مقایسه مقادیر تعدادی از شاخص های فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده آب منبع ذخیره آب با مقادیر استاندارد.

پارامترهای اندازه گیری شده	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	Sig (2-tailed)
دمای آب (°C)	۸	۲۵/۷	۱۶/۲۷	۴/۹	۰/۱۳۸
pH	۷/۳۱	۸/۴۲	۷/۹	۰/۵۲۴	۰/۹۵۸
اکسیژن محلول (mg/l)	۸/۱۴	۹/۸	۹/۱۱	۰/۸۲۸	۰/۸۰۸
کدورت (F.T.U)	۰/۰	۲/۰	۱/۰۰	۱/۱۵	۰/۱۸۲
COD (mg/l)	۱۲/۹۰	۲۵/۸۳	۱۸/۵۰	۶/۲۲	۰/۱۲۶
هدایت الکتریکی (μs/cm)	۱۰۴۴	۱۲۲۶	۱۱۷۰	۸۴/۹۵	۰/۵۳۷
سختی کل (mg/l)	۳۷۸	۳۹۳	۳۸۵/۷۵	۶/۱۸	۰/۱۹۲

بررسی آماری با استفاده از آزمون One-Sample T-test و مقایسه پارامترهای اندازه گیری شده با حد استاندارد مجاز برای آبریزی پروری (جدول ۱) نشان داد که با توجه به اینکه میزان Sig بزرگتر از ۰/۰۵ (با اطمینان ۹۵٪) می باشد تفاوت معنی داری ($P < 0/05$) بین میانگین پارامترهای اندازه گیری شده و حد مجاز استاندارد آبریزی پروری وجود ندارد.

بحث

توسعه پایدار روستایی یکی از اهداف اساسی سیاست گذاری های کلان در همه کشورها و بخصوص در ایران است. این توسعه از همبستگی میان ابعاد اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و زیست محیطی به منظور بالا بردن سطح معیشت و رفاه مردم روستایی ایجاد می گردد. با توجه به اقلیم منطقه ایجرود که نیمه خشک فراسرد است و همچنین وضعیت بارندگی در این منطقه، بهره برداری از آب های زیرزمینی در منطقه ایجرود برای مصارف کشاورزی سابقه دیرینه دارد (عبدی نژاد، ۱۳۹۰). در سالهای اخیر با توجه به تاکیدات در افزایش و بهبود بهره وری آب کشاورزی به دلیل دسترسی محدود به آب در کشور، مطالعات نشان می دهد که بهره برداری از آب کشاورزی در حال حاضر وضعیت مطلوبی نداشته و در مقایسه با بخش های دیگر در سطح پایین تری قرار دارد که ضروری است که این ضعف مرتفع گردد و افزایش راندمان بهره وری آب کشاورزی نیز ارتقاء یابد (خزایی، ۱۳۸۷). مطالعات صورت گرفته توسط عبدی نژاد (۱۳۹۰) نشان می دهد سطح آبهای زیرزمینی در دشت گل تپه - زرین آباد که منطقه مورد مطالعه در آن واقع گردیده کاهش یافته (۲/۹۳ متر) است. به این دلیل بهره برداری مناسب از

منابع آب موجود و ذخیره سازی آن جهت استفاده بهینه از آب در مواقع مورد نیاز با توجه به موارد ذکر شده از اولویتهای اصلی توسعه پایدار و فعالیت هایی مانند کشاورزی در این منطقه می باشد. با ذخیره کردن آب در این منابع می توان آب غنی شده را حداقل با دبی ۲ برابر به مزرعه کشاورزی رساند. با این راهکار می توان میزان تولید محصول کشاورزی و آبریزی پروری در واحد سطح را افزایش داد که این امر سبب افزایش درآمد خانوار منطقه می گردد (علیزاده و همکاران، ۱۳۷۷؛ معینی و بهشتی، ۱۳۸۳). آبریزی پروری با ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب در ارتباط بوده و از این عوامل تأثیرپذیر است امروزه بدلیل اهمیت ویژه استفاده بهینه از آب برای مصارف کشاورزی، منابع ذخیره آب روستایی مورد توجه قرار گرفته اند. با توجه به شرایط محیطی مناسب و شرایط فیزیکی و شیمیایی این منابع، آبریزی پروری می تواند در کنار سایر مصارف کشاورزی به بهبود معیشت خانوار روستایی کمک نماید (Gooley et al., 2001). شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب با نیازهای زیستی ماهیان منجر به رشد ماهیان می شود. تغییر این عوامل می تواند رشد و ادامه حیات ماهیان را تحت تأثیر قرار دهد. بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب مانند دما، نور، pH، اکسیژن محلول در آب، نیتريت، نترات و... ضروری ترین مبحث در آبریزی پروری است (Jakobsen et al., 2016). مقادیر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اکوسیستمهای آبی تحت تأثیر شرایط اکولوژیک در فصول مختلف و فعالیت های کشاورزی، شهری و صنعتی در مسیر منابع آب است (Ehlinger et al., 2003). ترکیبات آمونیاک (فرم غیر یونیزه آمونیوم) و نیتريت ترکیب واسطه از اکسیداسیون آمونیوم در پروسه نیتریفیکاسیون از ترکیبات سمی

برای آبرزیان می‌باشند. در پرورش ماهیان میزان آمونیاک باید کمتر از $0/013$ میلی گرم در لیتر، نیترات کمتر از 10 میلی گرم در لیتر باشد. در طی این تحقیق مقادیر این دو پارامتر در حد مجاز بوده است (Russo; Thurston, and اسماعیلی ساری، ۱۳۸۳). هدایت الکتریکی که در آن غلظت اجزای یونی آب سنجیده می‌شود در درجه اول به زمین شناسی منطقه بستگی دارد. افزایش این پارامتر ناشی از فعالیتهای کشاورزی و فاضلابهای شهری اطراف رودخانه است (Shieh and Yang, 2000). میزان هدایت الکتریکی جهت پرورش ماهیان سرد آبی 2000 میکروموس بر سانتی متر و برای ماهیان گرم آبی کمتر از 6000 میکروموس بر سانتی متر توصیه شده است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۳). مقدار این پارامتر در مدت بررسی در محدوده مجاز برای آبرزی پروری بوده و منبع آلاینده صنعتی در آن وجود نداشته است. بر اساس طبقه‌بندی EPA (۲۰۰۵) آب سبک دارای سختی بین $(60-0)$ و آب نسبتاً سنگین دارای سختی بین $(120-60)$ و بالاتر از این محدوده جز آبهای سخت تا خیلی سخت معرفی شده است. بنابر این آب چاه جزء آبهای سخت تا خیلی سخت طبقه بندی می‌شود. با توجه به محدوده توصیه شده سختی کل $400-10$ میلی گرم بر لیتر در آبرزی پروری، مقادیر اندازه گیری شده، سختی کل ثبت شده نشان دهنده شرایط مطلوب و کاربری شیلاتی از نظر سختی کل می‌باشد. در این بررسی مقادیر غلظت نیترات، نیتريت، آمونیم و نیتروژن کل، فسفر کل و فسفات محلول در آب چاه نیز تعیین گردید. نیتروژن آمونیاکی متشکل از آمونیاک غیر یونیزه (NH_3) فرم سمی و آمونیاک یونیزه (NH_4) فرم غیر سمی می‌باشد که به pH و دمای محیط بستگی دارد. اگر دما و pH

آب افزایش یابد NH_3 افزایش می‌یابد. به ازای هر واحد افزایش pH، آمونیاک سمی غیر یونیزه 10 برابر افزایش خواهد داشت. باتوجه به اینکه برای پرورش ماهی به ویژه ماهیان سردآبی مقدار آمونیاک غیر یونیزه در آب نباید از $0/02$ تا $0/03$ میلیگرم بر لیتر بالاتر رود مقادیر اندازه گیری شده نشان می‌دهد آب چاه از نظر NH_3 در شرایط مناسبی است. همچنین در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده سختی کل، pH، میزان اکسیژن محلول آب، هدایت الکتریکی، این مقادیر در مقایسه با حد مجاز قابل قبول بوده و برای تداوم حیات ماهیان مناسب می‌باشد. درجه حرارت از عناصر مهم اقلیمی جهت شناخت و تعیین نوع اقلیم و شرایط اقلیمی حاکم بر یک منطقه می‌باشد و بر دمای آب نیز که یکی از مهمترین عوامل موثر در آبرزی پروری است تاثیرگذار است (Culberson and Piedrahita, 1996). به طور کلی آب مناسب برای پرورش ماهی مقدار pH بین $9-6/5$ و درجه حرارت آب کمتر از 20 و بیشتر از 4 درجه سانتیگراد برای ماهیان سردآبی و کمتر از 30 و بیشتر از 18 درجه سانتیگراد برای ماهیان گرمابی می‌باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۳). نتایج نشان داد دمای آب منبع آبی مذکور در نیمه اول سال و در فصول بهار و تابستان از لحاظ درجه حرارت آب شرایط مناسب برای ماهیان گرم آبی و در نیمه دوم سال و در فصول پاییز و زمستان از لحاظ درجه حرارت آب شرایط مناسب ماهیان سردآبی می‌باشد. با توجه به نتایج آزمایشات هیدروشیمی و تعداد نمونه برداری‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که غلظت پارامترهای کلیدی کیفی آب در شرایط مناسبی قرار دارد. اما با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب، منبع آبی مورد مطالعه جهت پرورش ماهیان گرم آبی و

سردآبی دارای کاربری مناسب می باشد. به عقیده Wootton (۲۰۱۲) شرایط زیستی ماهیان مستقیم با اقلیم و اکولوژی منطقه محل زندگی در ارتباط است. بدین دلیل در این مطالعه کلیه عوامل زیستی و اکولوژیکی با در نظر گرفتن حداقل بار مالی و اقتصادی احتمالی برای تغییرات در منبع ذخیره آب موجود، مورد بررسی قرار گرفتند که این موضوع با دستورالعملهای ارائه شده توسط فائو که توسط Edwards و Demaine (۱۹۹۷) انجام شده است مطابقت دارد. همانطور که در مطالعات بابایی و همکاران (۱۳۹۵) نیز اشاره شده است طول دوره یخبندان در منطقه ایچرود بالا می باشد و این امر موجب می شود دوره زمانی مناسب برای پرورش ماهیان گرم آبی در نیمه اول سال کوتاه باشد. در مطالعات مشابه توسط عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۲) در منطقه ماهنشان استان زنجان بر روی سد خاکی خندقلو، به اقلیم منطقه و یخبندان به عنوان عوامل محدود کننده در پرورش ماهی اشاره شده است که این مطالعه نیز نشان داد به دلیل عدم وجود شرایط زمانی مناسب مانند یخ زدن کامل آب منبع ذخیره آب در نیمه دوم سال پرورش ماهیان سردآبی در این منطقه امکانپذیر نمی باشد. لذا راهکار به وزن رسانی بچه ماهی کپور در نیمه نخست سال بدلیل در پی داشتن کمترین هزینه در تغییرات برای مالک، می تواند مقرون به صرفه ترین روش بعنوان تولید خرد در سایت مورد مطالعه مطرح باشد. این راهکار در دو مرحله و با هدف تامین بچه ماهی کپور استخرهای پرورش ماهیان گرمآبی برای مناطقی با شرایط اقلیمی مناسب تر است. این راهکار در دو جنبه با هدف تولید بچه ماهی نورس نیم تا یک گرمی صورت می گیرد. طول دوره پرورش بین ۱ تا ۲ ماه به طول می انجامد. این امر با توجه به شرایط اقلیمی

منطقه مناسب به نظر می رسد. تراکم کشت در این نوع استخر بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار قطعه بچه ماهی در هکتار است. همچنین می توان در مرحله دوم اقدام به تولید بچه ماهی انگشت قد (به وسیله بچه ماهی نورس) با تراکم رهاسازی در استخرها ۲۰ تا ۱۰۰ هزار قطعه بچه ماهی در هر متر مربع نمود (Horváth et al., 1992). به دلیل دبی کم آب چاه موجود و عدم دسترسی به منبع تامین آب دیگری بویژه در فصل تابستان، اتخاذ تدابیری برای استفاده از ظرفیت قسمتی از سازه های موجود (استخرهای حفر شده) برای ذخیره آب در نیمه دوم سال توسط نزولات آسمانی به منظور جبران آب تبخیری و نفوذ کرده ضروری است. مقدار بازده تولید بیولوژیکی یا میزان تبدیل آن به گوشت ماهی بستگی زیادی به مدیریت منابع ذخیره آب و تراکم ماهی موجود در آن دارد (هدایت، ۱۳۷۴). همانگونه که اشاره شد کیفیت آب منابع ذخیره آب تحت تاثیر فعالیتهای کشاورزی، شهری و صنعتی در منطقه است و به عقیده Straskraba و همکارانش (۲۰۱۳) و همچنین Tundisi و Straskraba (۱۹۹۹) شرایط اکولوژیکی یک منبع آبی بطور مداوم باید مورد پایش و کنترل قرار گیرد. بنابراین باید تا حد ممکن روشهای صحیح و اصولی در طراحی، اجرا و بهره برداری از این منبع آبی مورد توجه قرار گیرد. که این امر با طراحی سیستم آب برگشتی و استفاده مجدد از آب در سیستم پرورش امکان پذیر می باشد و افزایش بهره وری از سازه ها و آب موجود را در پی خواهد داشت. با توجه به کاربری تک منظوره منبع آبی در گذشته برای آبیاری باغات مجموعه، توجهات اقتصادی پرورش و تولید آبزیان، وجود استخرهای دیگر پرورش ماهی در منطقه، تاثیرات مثبت در ایجاد اشتغال، درآمدزایی و بهبود

کیفیت تغذیه افراد منطقه را می‌تواند به همراه داشته باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش حاصل یاری معنوی بی‌دریغ دوستان و همکارانی در بخش‌های مختلف پژوهشگاه آبرزی پروری آبهای داخلی کشور (بندر انزلی) است که به انجام رسانیدن آن بدون حمایت شان غیرممکن بود. بدین وسیله از همه عزیزانی که به نوعی ما را در تحقق این امر یاری نمودند، سپاسگزاریم.

منابع

۱. ارشدی، ع.، زارع، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی فنی و تولید در استخرهای دومنظوره پرورش ماهی و ذخیره آب کشاورزی در منطقه سیستان. مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، ۷۷-۸۴، (۱)۵.
۲. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۳. هیدروشیمنی بنیان آبرزی پروری، انتشارات اصلانی. ۲۷۶ صفحه.
۳. بابایی، ه.، خداپرست، ح.، میرزاجانی، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی پتانسیل دریاچه گلابر زنجان جهت توسعه آبرزی پروری بر اساس برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب. نشریه توسعه آبرزی پروری، سال دهم، ۱۰ (۳)، ۲۷-۳۷.
۴. حسین جانی، ح.، خارا، ح.، جمال‌رزداد فلاح، ف.، حقیقی خمایی، م. ۱۳۹۷. پهنه بندی مناطق مناسب جهت احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی با استفاده از تلفیق روش GIS/AHP (مطالعه‌ی موردی: رودخانه چلونند- استان گیلان). نشریه توسعه آبرزی پروری. ۱۲ (۴): ۱۷-۲۷.

۵. خزائی، ش. ۱۳۸۳، بهره‌وری آب کشاورزی در ایران، انتشارات مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی (مقالات منتخب بهره‌وری کشاورزی). ۶۳۵ صفحه
۶. سالنامه آماری استان زنجان. ۱۳۹۲. معاونت و برنامه ریزی استانداری استان زنجان. ۱۸۵ صفحه
۷. عبدالملکی، ش. ۱۳۹۲. مطالعه سد خاکی خندقلو شهرستان ماهشان استان زنجان. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۲۰۲ صفحه.
۸. عبدی نژاد، پ. ۱۳۹۰. بررسی وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی دشتهای مهم استان زنجان (جهت مدیریت مناسب منابع آب زیرزمینی در آنها)، دومین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، زنجان، شرکت آب منطقه ای زنجان، http://www.civilica.com/Paper-INCWR02-INCWR02_131.html
۹. علیزاده، م.، نفیسی، م.، هدایت، م. ۱۳۷۷. دستورالعمل اجرایی پرورش کپور ماهیان در استخرهای ذخیره آب کشاورزی. انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. تهران. صفحات ۳ تا ۸.
۱۰. عظیمی، ف.، عقیلی، م.، یلغی، س.، قربانی، ر. ۱۳۹۳. تحلیل ساختار تولید درآبندگان‌های دو منظوره کشاورزی - آبرزی پروری در استان گلستان در سال ۱۳۸۹. بهره برداری و پرورش آبزیان. جلد سوم، ۳ (۴)، ۲۴-۱۳.
۱۱. صادقی نژاد ماسوله، اسماعیل، و اکبر پور غلامی مقدم، ۱۳۹۳. بررسی منابع آبی سدهای زنجان (قارختلو) جهت بهره برداری شیلاتی، اولین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم

19. Bhujel, R.C., 2009. Statistics for aquaculture. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, USA.
20. Bueno, P.B., 2009. Indicators of sustainable small-scale aquaculture development, in: Bondad-Reantaso, M.G., Prein, M. (Eds.), Measuring the Contribution of Small-scale Aquaculture: An Assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, pp. 145-160. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 534. Retrieved, 11 January 2011, from <http://www.fao.org/docrep/012/i1138e/i1138e.pdf>
21. Culberson, S.D. and Piedrahita, R.H., 1996. Aquaculture pond ecosystem model: temperature and dissolved oxygen prediction—mechanism and application. Ecological modelling, 89(1-3), pp.231-258.
22. Edwards, P. and Demaine, H., 1997. Rural aquaculture: overview and framework for country reviews. RAP Publication (FAO).
23. Ehlinger, T. J., Sandgren, C. D. and Dethorne, L. S., 2003. Monitoring of stream Habitat and Aquatic Biotic Integrity Lincoln Creec Milwaukee Country, Wisconsin, Department of Biological Sciences University of Wisconsin – Milwaukee. 42p.
24. Bueno, P.B., 2009. Indicators of sustainable small-scale aquaculture development, in: Bondad-Reantaso, M.G., Prein, M. (Eds.), Measuring the Contribution of Small-scale Aquaculture: An Assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, pp. 145-160. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 534. Retrieved, 11 January 2011, from <http://www.fao.org/docrep/012/i1138e/i1138e.pdf>
25. Gooley, G.J., McKinnon, L.J., Ingram, B.A. and Gasior, R. (2001). Multiple Use کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین، http://www.civilica.com/Paper-NEWCONF01-NEWCONF01_429.html
۱۲. معینی، م.، بهشتی، ع.، ۱۳۸۳. استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل آلا و اثر آن بر حاصلخیزی خاک و عملکرد محصولات زراعی در کرمانشاه. مجموعه مقالات اولین کنگره علوم دامی و آبزیان کشور، جلد دوم، تهران ۱۱-۱۲ شهریور. صفحات ۱۰۳۸ تا ۱۰۴۲.
۱۳. نفیسی، م.، جلالی، ب.، ویلکی، ا.، ۱۳۸۰. اصول پرورش ماهی قزل آلا (در استخرهای ذخیره آب و کانالهای کشاورزی). انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. تهران. صفحات ۱۵ تا ۳۲.
۱۴. هدایت، م.، ۱۳۷۴. پرورش ماهی در آب بندان ها. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، شرکت سهامی شیلات ایران..
15. Ahmed, N., 2009, The Sustainable Livelihoods Approach to the Development of Fish Farming in Rural Bangladesh, Journal of International Farm Management, Vol. 4, No. 4, PP. 1-18.
16. Allison, E., and Ellis, F., 2001. The Livelihood Approach and Management of Small-scale Fisheries, Marine Policy, Vol. 25, PP. 377-388.
17. APHA (American Public Health Association), 2005. Standard method for examination of water and wastewater. Washington. USA: American public Health Association Publisher, 18th edition, 1113 p.
18. Boyd, C.E., 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Auburn, AL, 482 pp.

32. Pallant, J., 2013. SPSS survival manual. McGraw-Hill Education (UK). - 354 pages
33. Pillay, T.V.R. and Kutty, M.N., 1990. Nutrition and feeds. Aquaculture principles and practices. Fishing News Books, London, pp.92-155.
34. Russo, R.C. and Thurston, R.V., 1991. Toxicity of ammonia, nitrite, and nitrate to fishes. Aquaculture and water quality, pp.58-89.
35. Saphakdy, B., Phonekampheng, O., Bouapao, L. and Hortle, K., 2013. Fisheries and Aquaculture Production in Reservoirs in Lao PDR. . CPWF Mekong, Vientiane, pp.1-19.
36. Sheriff, N., Little, D. and Tantikaton, K., 2008, Aquaculture and the Poor- is the Culture of High-value Fish a Viable Livelihood Option for the Poor, Marine Policy, Vol. 32, PP. 1094-1104.
37. Shieh, S.H. and Yang, P.S., 2000. Community structure and functional organization of aquatic insects in an agricultural mountain stream of Taiwan: 1985-1986 and 1995-1996. ZOOLOGICAL STUDIES-TAIPEI-, 39(3), pp.191-202.
38. Shrestha, M. K., and J. Pant. 2012. "Small-Scale Aquaculture for Rural Livelihoods." Proceedings of the Symposium on 'Small-Scale Aquaculture for Increasing Resilience of Rural Livelihoods in Nepal. Penang, Malaysia: Institute of Agriculture and Animal Science, Tribhuvan University, Rampur, Chitwan, Nepal, and The WorldFish Center. http://www.worldfishcenter.org/resource_centre/WF_3347.pdf.
39. Smith, L., Nguyen, M., Khoha, S. and Lorenzen, K., 2005, Livelihood Function of Fisheries: Policy implications in developing countries, Water Policy, Vol. 7, PP. 359-383.
40. Straskraba, M., Tundisi, J.G. and Duncan, A. eds., 2013. Comparative reservoir of Farm Water to Produce Fish. RIRDC Publication No. 00/182. Final Report RIRDC Project No. DCM-1A. Rural Industries Research and Development Corporation. Canberra, Australia. 98 pp.
26. Gurung, T.B., Wagle, S.K., Bista, J.D., Mulmi, R.M., 2008. Reservoir and lake fisheries management in Nepal. Paper presented at the Reservoir and Lake Fisheries Management Project Planning Meeting, 13-16 January 2008, Bangkok, Thailand. Network of Asian Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA)-ICEADA. 18 pp.
27. Jakobsen, T., M. J. Fogarty, B. A. Megrey, and E. Moksness, editors. 2009. Fish reproductive biology: implications for assessment and management. Wiley-Blackwell Scientific Publications, Chichester, UK.
28. Kumar, K.C.R., 2003. Aquaculture management - Nepal, in: Cruz, D.A. (Ed.), Report of the APO Seminar on Aquaculture Management, Tungkang Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute, Pingtung, Taiwan, 3-8 December 2001. Asian Productivity Organization, Tokyo, pp. 202-206.
29. Management, Tungkang Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute, Pingtung, Taiwan, 3-8 December 2001. Asian Productivity Organization, Tokyo, pp. 202-206.
30. Koehn, J.D., Hobday, A.J., Pratchett, M.S. and Gillanders, B.M., 2011. Climate change and Australian marine and freshwater environments, fishes and fisheries: synthesis and options for adaptation. Marine and Freshwater Research, 62(9), pp.1148-1164.
31. Horváth, L., Tamás, G. and Seagrave, C., 1992. Carp and pond fish culture including Chinese herbivorous species, pike, tench, zander, Wels catfish and goldfish. Fishing News Books Ltd.

- applications. São Carlos: International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, pp.565-597.
43. Wootton, R., 2012. Ecology of teleost fishes (Vol. 1). Springer Science & Business Media. 404 pages.
 44. World Bank Group ed., 2012. World Development Indicators 2012. World Bank Publications.
 - limnology and water quality management (Vol. 77). Springer Science & Business Media. 294 pages
 41. Troell, M., Joyce, A., Chopin, T., Neori, A., Buschmann, A.H. and Fang, J.G., 2009. Ecological engineering in aquaculture—potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture*, 297(1),1-9.
 42. Straskraba, M. and Tundisi, J.G., 1999. Theoretical Reservoir Ecology and its