بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد دوم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۲
http://japu.gau.ac.ir

بررسی تأثیر آهک‌پاشی صبحگاهی روی عملکرد رشد کپورماهیان پرورشی

محمدرضا ایمان‌پور[۱]، احمدرضا احمدی[۲] و *نوشین مهدی‌نژاد[۲]

[۱]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشجوی دکتری گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۵

چکیده

در طی این مطالعه اثر آهک پاشی صبحگاهی روی عملکرد رشد کپورماهیان پرورشی در منطقه دیکجه گنبد بررسی شد. ابتدا ۹ استخر ۳ هکتاری انتخاب و به ۳ تیمار (۱- آهک‌دهی ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، ۲- آهک‌دهی ۱۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، ۳- آهک‌دهی ۱۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) تقسیم شد. در فواصل معین از ماهیان نمونه‌برداری انجام و رشد ماهی‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. در پایان دوره پرورش، میانگین وزن (گرم) و کل تولید هر استخر (کیلوگرم) اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج، آهک‌پاشی اثر معنی‌داری روی وزن نهایی ماهی فیتوفاگ ($P<۰/۰۱$) و کپور معمولی ($P<۰/۰۵$) و نرخ رشد کپور معمولی ($P<۰/۰۵$) داشت. وزن نهایی فیتوفاگ در تیمار ۲ و وزن نهایی و نرخ رشد کپور در تیمار ۱ نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر بودند. بنابراین آهک‌دهی استخرهای کپورماهیان می‌تواند باعث بهبود عملکرد رشد فیتوفاگ و کپور معمولی شود.

واژه‌های کلیدی: کپور ماهی، رشد، آهک‌پاشی، پرورش

*مسئول مکاتبه: n.mehdinejad@gmail.com

مقدمه

کپور ماهیان پرورشی از مهم‌ترین گونه‌های در حال پرورش دنیا محسوب می‌شوند که به‌علت صرفه اقتصادی و طعم مناسب در اغلب کشورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و بیش از ۵۰ درصد تولیدات آبزیان را به خود اختصاص می‌دهند. به‌علت استفاده کپور ماهیان از سطوح پایین زنجیره غذایی، بازماندگی و رشد بالا، تحمل تغییرات زیاد کیفیت آب و مقاومت در برابر بیماری‌ها، سیستم‌های پرورشی این ماهیان در دو منطقه معتدل و گرمسیری پیشرفت قابل توجهی داشته است (کستمونت، ۱۹۹۵).

پرورش چند گونه‌ای یک روش سنتی پرورش ماهی در آسیا است (لین، ۱۹۸۲) که از چین آغاز شده و با پرورش بیگ هد، فیتوفاگ، آمور، کپور معمولی و دیگر گونه‌ها با زیستگاه‌های غذایی متفاوت پیوسته شده است (چنگ، ۱۹۸۷). این روش با معرفی کپور ماهیان چینی در تعداد زیادی از کشورها برای کنترل کیفیت آب و افزایش تولید ماهی گسترش یافته است (میل اشتاین، ۱۹۹۰).

عوامل فیزیکوشیمیایی آب مانند هدایت الکتریکی، اکسیژن، آمونیاک، نیترات، نیتریت، قلیائیت و سختی در حاصلخیزی استخرهای پرورشی کپور ماهیان مؤثرند و به‌همین دلیل جهت پرورش موفقیّت‌آمیز کپور ماهیان پرورشی، کیفیت آب تحت مدیریت کامل قرار می‌گیرد (هیوت، ۲۰۰۰).

معمول‌ترین عمل انجام شده در مدیریت کف استخر، آهک‌دهی، خشک کردن کف استخر بین دو فصل برداشت و برداشت رسوب از کف می‌باشد (وارتز، ۱۹٦۰؛ بوید، ۱۹۹۵).

کیفیت آب در استخرهای آبزی پروری توسط تبادل مواد بین خاک و آب تحت تأثیر قرار می‌گیرد، اما مطالعات کمی به‌طور واضح ارتباطات بین کیفیت خاک کف، آهک‌دهی، رشد و تولید ماهی در استخرها را بررسی کرده‌اند (بوید، ۱۹۹۵).

آهک‌دهی در استخرها از جمله عواملی است که باعث تغییراتی در میزان عوامل یونی بدن ماهی خواهد شد (وورنین و همکاران، ۲۰۰٤).

آهک‌پاشی باعث افزایش رشد در ماهیانی مثل کلمه و سوف (رایتانیمی و راسک، ۱۹۹۰) می‌شود. همه ارگانیزم‌های آبی در یک سری شرایط محیطی ویژه و خوب به بهترین شکل رشد می‌کنند و زنده می‌مانند (بوید، ۱۹۹۸).

کاربرد سنگ آهک (کلسیت یا دولومیت) در استخرهای پرورش ماهی با خاک‌های اسیدی، موجودیت مواد غذایی و فسفر اولیه برای گیاهان به‌ویژه فیتوپلانکتون‌ها را افزایش خواهد داد. فیتوپلانکتون‌ها پایه زنجیره غذایی در استخرها می‌باشند و برای رشد سریع و بقای ماهی در استخرهایی با پرورش ماهی جهت صید ورزشی و استخرهای تجاری که ماهیانی در اندازه کوچک تولید می‌کنند، ضروری هستند (لازور و همکاران، ۲۰۰۶). هدف از اجرای این طرح مدیریت آهک‌دهی استخرهای کپورماهیان برای حفظ تولید بالا و پایدارو بررسی تأثیر آهک‌پاشی روی عملکرد رشد کپور ماهیان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز پرورش ماهیان گرمابی شرکت کشاورزی و دامپروری ران که در گنبد (کیلومتر ۱۶ غرب گنبد، ابتدای روستای دیکجه) واقع شده انجام گرفت.

ابتدا ۹ استخر ۳ هکتاری (با عمق ۲ متر) در منطقه دیکجه گنبد انتخاب شد. در تمام استخرها عملیات آماده‌سازی استخر به‌طور یکسان صورت گرفت. این عملیات شامل تخلیه آب و خشک کردن استخر، انجام مرمت و تعمیرات لازم، آهک‌پاشی، شخم یا دیسک زدن، افزودن کود پایه و آبگیری استخرها بود (هدایت، ۱۳۷۸). آب استخرهای پرورشی از اواخر مهر ماه تا پایان اسفند ماه که فصل عرضه ماهی به بازار است، تخلیه و ماهیان آن‌ها صید گردید. آهک‌پاشی به‌میزان ۱ تن در هکتار جهت از بین بردن کامل موجودات مضر از جمله تخم و نوزاد انواع ماهیان هرز، مار و قورباغه و رفع آلودگی‌های مختلف و نیز جهت ایجاد تعادل و تنظیم pH خاک و آب و همچنین به‌عنوان کود در استخر به‌کار گرفته شد (هدایت، ۱۳۸۲).

میزان کوددهی بر مبنای ۳ تا ۵ تن کود حیوانی در هکتار بود که به‌طور یکنواخت درکف استخر پراکنده شد و با توجه به عمق مشاهده شده سچی دیسک طبق شرایط استخر ازکودهای شیمیایی استفاده گردید (هدایت، ۱۳۸۲).

ترتیب ماهیدار کردن استخرها براساس میانگین در هکتار با توجه به جدول ۱ صورت گرفت.

جدول ۱- میانگین وزن (گرم)، انحراف معیار و تعداد ماهیان کپور، فیتوفاگ و بیگ هد معرفی شده در هر هکتار

متغیر	کپور	فیتوفاگ	بیگ هد
تعداد	٤۰۰	۲۸۵۲	۱۹۰
وزن	٤٥/۰±۰/۲	۸۸/۰±۰/٥	٦۸/۰±۰/۳

در فواصل معین (هر ماه یکبار) در هر استخر از آب و ماهی (توسط تور پره) به‌میزان ۳ بار نمونه‌گیری انجام شد. شرایط فیزیکی و شیمیایی آب و رشد ماهی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در پایان دوره پرورش و هنگام برداشت ماهی، میانگین وزن (گرم) و کل تولید هر استخر (کیلوگرم) اندازه‌گیری شد.

نرخ رشد با استفاده از فرمول: $GR=(W_2- W_1)/(t_2-t_1)$

محاسبه گردید که W1= وزن اولیه و W 2= وزن ثانویه و T2 -T1= طول دوره رشد می‌باشد.

شیوه نمونه‌برداری به‌صورت کاملا تصادفی و در قالب طرح کاملا تصادفی بود. سه سطح آهک‌دهی ۷۵۰ (تیمار ۱)، ۱۲۵۰ (تیمار ۲) و ۱۷۵۰ (تیمار ۳) میلی‌گرم در لیتر به‌عنوان تیمار (متغیر مستقل) و میانگین‌های رشد به‌عنوان متغیر وابسته در سطح α=۰/۰٥ توسط آنالیز واریانس یکطرفه با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج

اطلاعات به‌دست آمده طی نمونه‌برداری‌های مختلف مربوط به هر استخر در تیمارهای آهک‌پاشی در جداول زیر آورده شده است.

جدول ۲- اثر آهک پاشی‌روی وزن نهایی ماهیان آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌های وزن نهایی ماهی فیتوفاگ، بیگ هد و کپور معمولی در تیمارهای آهک‌پاشی

متغیر	مجموع مربعات (s.s)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (M.S.)	محاسبه شده (F)	سطح معنی‌دار (Sig)
تیمار	٦٠٦٨٨٣٤/٠٠	٢	٣٠٣٤٤١٦/٧٨	١٧/٩٣	٠/٠٠٣
تکرار	١٠١٥٥٩٦/٠٠	٦	١٦٩٢٦٦/٠٠		
کل	٧٠٨٤٤٣٠/٠٠	٨			
تیمار	١٧٠٥٥٥/٦٠	٢	٨٥٢٧٧/٧٨	٢/١٦	٠/٢٠
تکرار	٢٣٦٦٦٦/٧٠	٦	٣٩٤٤٤/٤٤		
کل	٤٠٧٢٢٢/٢٠	٨			
تیمار	٢٢٢٨٦٦/٧٠	٢	١١١٤٣٣/٣٣	٤/٨١	٠/٠٥
تکرار	١٣٨٩٣٣/٣٠	٦	٢٣١٥٥/٥٦		
کل	٣٦١٨٠٠/٠٠	٨			

متغیر	تیمار ١	تیمار ٢	تیمار ٣
وزن نهایی (گرم) فیتوفاگ	١٦١٨/٢٢±٥٧/٧٣^{a}	٩١٣/٦٧±٣٥٨/٧٢^{a}	٦١٨/٢٢±٦١٣/٠١^{b}
وزن نهایی (گرم) بیگ هد	٩٣٣/٣٣±١٥٢/٧٥^{a}	١٨٥٠/٠٠±١٣٢٠٠/٢٩^{a}	١٥٥٠/٠٠±٢٧٨/٣٤^{a}
وزن نهایی (گرم) کپور معمولی	٩٨٣/٣٣±٢٠٢/٠٧^{a}	٧٥٦/٦٧±١٣٦/٥٠^{ab}	٦٠٠/٠٠±١٠٠/٠٠^{b}

١- آهک‌دهی به‌میزان ٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر ٢- آهک‌دهی به‌میزان ١٢٥٠ میلی‌گرم در لیتر ٣- آهک‌دهی به‌میزان ١٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P\leq$٠/٠٥)

داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف معیار ± می‌باشند

طبق جدول ٢ آهک‌پاشی اثر معنی‌داری ($P<$٠/٠١) روی وزن نهایی ماهی فیتوفاگ داشت و آهک پاشی به‌میزان ١٢٥٠ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش وزن نهایی ماهی فیتوفاگ نسبت به تیمارهای ٧٥٠ و ١٧٥٠ میلی‌گرم بر لیتر آهک شد. همچنین آهک‌پاشی اثر معنی‌داری ($P<$٠/٠٥) روی وزن نهایی کپور معمولی داشت و آهک‌پاشی به‌میزان ٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش وزن نهایی ماهی نسبت به تیمارهای ١٢٥٠ و ١٧٥٠ میلی‌گرم بر لیتر آهک شد. طبق جدول آهک‌پاشی اثر معنی‌داری روی وزن نهایی ماهی بیگ هد نداشت ($P>$٠/٠٥).

جدول ۳- آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌های نرخ رشد ماهی فیتوفاگ، بیگ هد و کپورمعمولی در تیمارهای آهک‌پاشی

متغیر	مجموع مربعات (s.s)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (M.S.)	محاسبه شده (F)	سطح معنی‌دار (Sig)
تیمار	۲٤/۲۱	۲	۱۲/۱۰	۲/۳۵	۰/۱۷
تکرار	۳۰/۹۱	٦	٥/۱٥		
کل	٥٥/۱۲	۸			
تیمار	۹/۲۷	۲	٤/٦۳	۱/۷٦	۰/۲٥
تکرار	۱٥/۷٦	٦	۲/٦۲		
کل	۲٥/۰۳	۸			
تیمار	٦/۹۰	۲	۳/٤٥	٤/۸۳	۰/۰٥
تکرار	٤/۲۸	٦	۰/۷۱		
کل	۱۱/۱۸	۸			

متغیر	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
نرخ رشد (گرم در هر روز) فیتوفاگ	۷/۳٤±۲/۰۳^{a}	٤/٥۸±۱/۹۹^{a}	۳/٤۳±۲/۷۰^{a}
نرخ رشد (گرم در هر روز) بیگ هد	۷/٤٦±۲/۲۲^{a}	۹/۸۹±۰/۷۳^{a}	۸/۲۲±۱/٥٤^{a}
نرخ رشد (گرم در هر روز) کپور معمولی	٥/۲۱±۱/۱۲^{a}	۳/۹٥±۰/۷٦^{ab}	۳/۰۷±۰/٥٥^{b}

۱- آهک‌دهی به‌میزان ۷٥۰ میلی‌گرم در لیتر ۲- آهک‌دهی به‌میزان ۱۲٥۰ میلی‌گرم در لیتر ۳- آهک‌دهی به‌میزان ۱۷٥۰ میلی‌گرم در لیتر

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P\leq$۰/۰٥)

داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف معیار ± می‌باشند

طبق جدول ۳ آهک پاشی اثر معنی‌داری روی نرخ رشد ماهی فیتوفاگ و بیگ هد نداشت ($P>$۰/۰٥). اما آهک‌پاشی اثر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰٥) روی نرخ رشد ماهی کپور معمولی داشت و آهک‌پاشی به‌میزان ۷٥۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش نرخ رشد ماهی نسبت به تیمارهای ۱۲٥۰ و ۱۷٥۰ میلی‌گرم بر لیتر آهک شد.

بحث

آهک‌پاشی یک عمل گسترده در آبزی پروری است که از قرون وسطی انجام شده است (فیهان، ۲۰۰۳) و از فرایندهای مهمی است که در مناطق زیادی از جهان در رابطه با آبزی پروری انجام می‌شود. اهداف آهک‌پاشی افزایش pH و افزایش حلالیت یون‌ها می‌باشد (سامنر و یامادو، ۲۰۰۲؛ ویدال و همکاران، ۲۰۰۳).

آهک‌پاشی استخرها می‌تواند در زمان خشک کردن استخر به تعویق بیفتد که باعث کاهش pH خاک به زیر ۷ می‌شود. بنابراین، آهک‌دهی سنگین بعد از این دوره اثر معکوس و ناسازگاری روی کیفیت خاک و تولید ماهی نخواهد داشت (بوید، ۱۹۹۵). اگر آهک‌دهی صورت نگیرد و فاکتورهای محیطی در شرایط مناسبی برای ماهیان نباشند، کاهش تراکم و رشد ماهی در استخر اتفاق می‌افتد که علت آن اثر مستقیم استرس فیزیولوژیکی، افزایش نرخ متابولیک و یا تأثیر غیرمستقیم کاهش اشتهای ماهی و بی‌خاصیّت گشتن ذخیره غذایی در محیط می‌باشد (سادلر و تورنپنی، ۱۹۸٦؛ راسلند و همکاران، ۱۹۹۰).

یون‌های کلسیم و منیزیوم موجود در آهک باعث افزایش سختی آب می‌شوند و برای سلامت تعداد زیادی از موجودات آبزی ضروری هستند (لازور و همکاران، ۲۰۰٦).

وارتز و داربارو (۱۹۹۲) و همچنین هارگریوس و برانسون (۱۹۹٦) گزارش کردند که دی اکسید کربن، pH، قلیائیت و سختی با یکدیگر در ارتباط می‌باشند و می‌توانند تأثیر زیادی روی حاصلخیزی استخر، سطح استرس و سلامتی ماهی، موجودیت اکسیژن و سمیت آمونیاک داشته باشند. آهک‌دهی در واقع با به جریان انداختن این چرخه در محیط‌های آبی باعث جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی در ماهی و افزایش رشد خواهد شد. کاربرد آهک در استخرهایی که از مملو از ماهی هستند مشکل‌تر است، اما می‌تواند بدون هیچ ضرری انجام گیرد (لازور و همکاران، ۲۰۰٦).

چیزی که اینجا مطرح می‌باشد این است که آهک‌دهی استخرها به‌طور کلی باعث بهبود شرایط محیطی می‌گردد، بنابراین در نتیجه بهبود شرایط محیطی، آهک‌دهی باعث افزایش رشد ماهی خواهد شد (روی و همکاران، ۲۰۰۷).

آهک‌پاشی می‌تواند باعث افزایش رهاسازی ماده غذایی فسفر در استخرها و در نتیجه ازدیاد فیتوپلانکتون‌ها گردد (اورام، ۲۰۰۰)، بنابراین می‌تواند دلیلی بر ارتباط بین آهک‌دهی با رشد در ماهی فیتوفاگ باشد.

در ضمن ماهی کپور برهم زننده لجن کف استخر می‌باشد، بنابراین در استخرهای پرورشی اثر آهک‌دهی را بهبود می‌بخشد (میل اشتاین و همکاران، ۲۰۰۲). براساس یافته‌های میل اشتاین و همکاران (۲۰۰۲) مشخص گردید که ماهی کپور معمولی نقش مدیریتی در استخرها دارد. پرورش دهندگان می‌توانند سودی دو برابر با معرفی ماهی کپور به استخرها به‌دست آورند. این گونه در واقع، از یک طرف باعث افزایش موجودیت مواد غذایی برای فیتوپلانکتون ها می‌شود (با برهم زدن لجن)، همچنین از طرف دیگر باعث افزایش کارایی آهک‌دهی در استخرها می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت که با برنامه‌ریزی درست ماهیدار کردن استخرها، پرورش دهندگان می‌توانند محیط بهتری را فراهم کرده و به همان اندازه هزینه کمتری را متحمل شوند.

بین نرخ آهک‌دهی با رشد در ماهی بیگ هد ارتباطی به‌دست نیامد. لارسن و هستاگن (۱۹۹۵) با بررسی روی ماهی سالمون آتلانتیک (*Salmo salar*) و قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) بیان کردند که مجموعه‌ای از فاکتورهای متفاوت محیطی در رشد ماهیان اثر دارند. در نهایت با توجه به تأثیر معنی‌دار آهک‌پاشی صبحگاهی روی عملکرد و نرخ رشد کپور ماهیان، مدیریت آهک‌دهی استخرهای کپورماهیان برای حفظ تولید بالا و پایدار، می‌تواند مدنظر قرار گیرد.

منابع

1.Boyd, C.E. 1995. Bottom soils, sediment, and pond aquaculture. Chapman and Hall, NewYork, USA, 348 p.
2.Boyd, C.E. 1998. Pond water aeration systems. Journal of Aquacultural Engineering. 18: 9-40.
3.Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1998. Pond aquaculture: water quality management. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, USA, 700 p.
4.Chang, W.Y.B. 1987. Fish culture in china. Journal of Fisheries. 12: 11-15.
5.Feehan, J. 2003. Farming in Ireland: history, heritage and environment. Faculty of Agriculture, University College Dublin, Dublin, Ireland. 258 p.
6.Hargreaves, J., and Brunson, M. 1996. Carbon Dioxide in Fish Ponds. SRAC Publication. 468p.
7.Hedayat, M. 2000. Fish culture (2). Artistic and Cultural Institute Village Shaghayegh, Tehran, 92p.
8.Hedayat, M. 2004. culture of Live food in ponds. Artistic and Cultural Institute Village Shaghayegh, Tehran, 44p.
9.Huet, M. 2000. Text book of Fish culture. Fishing News Books Ltd, Pp: 175-176.

10.Kestemont, P. 1995. Different systems of carp production and their impacts on the environment. Journal of Aquaculture. 129: 347-372.
11.Larsen, B.M. and Hesthagen, T. 1995. The effects of liming on juvenile stocks of Atlantic salmon. Water, Air and Soil Pollution. 85: 991-996.
12.Lazur, A.M., Cichra, C.E. and Watson, C. 2006. The use of lime in fish ponds. Tropical Aquaculture Laboratory, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, 32611.
13.Lin, H.R. 1982. Polyculture system of freshwater fish in china. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 39: 143-150.
14.Milstein, A. 1990. Fish species interactions. EIFAC/ FAO Symposium on production Enhancement in still water pond culture, Prague, Czechoslovakia, EIFAC / 90 / symp. R. 5: 20p.
15.Milstein, A., Wahab, M.A. and Rahman, M.M. 2002. Environmental effects of common carp (*Cyprinus carpio)* and mrigal (*Cirrhinus mrigala)* as bottom feeders in major Indian carp polycultures. Aquaculture Research. 33: 1103-1117.
16.Oram, B. 2000. Partial listing of general surface water physical and chemical standards. Wilkes Universitty, Center for Environmental Quality. 6p.
17.Raitaniemi, J. and Rask, M. 1990. Preliminary observations on the effects of liming to the fish populations of small acidic lakes in southern Finland. Journal of Aquaculture Fennica. 21: 115-123.
18.Rosseland, B.O., Eldhuset, T.D. and Stanmes, M. 1990. Environmental And Geochemistry. Health. 12: 17-27.
19.Roy, L.A., Davis, D.A., Saoud, I.P. and Henry, R.P. 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), reared in low salinity waters. Journal of Aquaculture. 262: 461-469.
20.Sadler, K. and Turnpenny, A.W.H. 1986. Water, Air, and Soil Pollut. 30: 593- 599.
21.Sumner, M.E. and Yamadu, T. 2002. Farming with acidity. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 33: 2467-2496.
22.Vidal, M., Lopez, A., Espejo, R. and Blazquez, R. 2003. Comparative analysis of corrective action of various liming and gypsum amendments on a Palexerult. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 34: 709-723.
23.Vuorinen, P.J., Peuranen, S., Keinanen, M., Tigerstedt, C., Raitaniemi, J. and Rask, M. 2004. Acute effects on perch (*Perca fluviatilis*) and long-term effects on whitefish (*Coregonus lavaretus pallasi*) of liming of an acidified lake. Journal of Applied Ichthyology. 20: 217-224.
24.Wurtz, A.G. 1960. Methods of treating the bottom of pondsand their efects on productivity. General Fisheries Council, Mediterranean Studies and Reviews11, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Pp: 5-15.
25.Wurts, W.A. and Durborow, R.M. 1992. Interactions of pH, Carbon Dioxide, Alkalinity and Hardness in Fish Ponds. SRAC Publication. 464p.