

بلاغت



وزارت جہاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

مدیریت کود دهی و غنی سازی استخرهای پرورش ماهیان گرمابی

نویسندگان:

منصور شریفیان، همایون حسین زاده صحافی، محمود حافظیہ

سرشناسه	شریفیان، منصور، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور	مدیریت کوددهی و غنی‌سازی استخرهای پرورش ماهیان گرمابی / نویسندگان منصور شریفیان، همایون حسین‌زاده صحافی، محمود حافظیه؛ [برای] معاونت ترویج، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
مشخصات نشر	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۶۸ ص.: مصور.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۹۴-۶
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۶۷.
موضوع	ماهی‌های گرمابی -- خوراک و خوراک‌رسانی
موضوع	Warmwater fishes -- Feeding and feeds
موضوع	حوضچه‌های پرورش ماهی
موضوع	Fish ponds
شناسه افزوده	حسین‌زاده، همایون، ۱۳۴۳ -
شناسه افزوده	حافظیه، محمود، ۱۳۴۶ -
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۶ ش۴/م۲۵/ش۱۶۷ SH
رده‌بندی دیویی	۶۳۹/۳۷
شماره کتابشناسی ملی	۵۰۶۲۸۵۹

ISBN: 978-964-520-394-6

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۳۹۴-۶



نشر آموزش کشاورزی

عنوان: مدیریت کود دهی و غنی‌سازی استخرهای پرورش ماهیان گرمابی
نویسندگان: منصور شریفیان، همایون حسین‌زاده صحافی و محمود حافظیه

ویراستار ترویجی: ام‌البنین تاجیک

ویراستار ادبی: گیتی زمانی زاده

سر ویراستار: وجیهه سادات فاطمی

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۲۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۷

قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی ۵۳۱۴۴ به تاریخ ۹۶/۱۲/۸ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۲۰۱، معاونت ترویج، ص.ب. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵

تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان:

✓ کشاورزان و مروجان مسئول پهنه

اهداف آموزشی:

✓ آشنایی با مدیریت کود دهی و غنی‌سازی استخرهای

پرورش ماهیان گرمابی

فهرست مطالب

صفحه

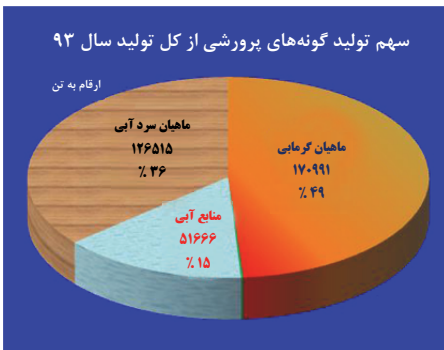
عنوان

۷	مقدمه.....
۹	کود دهی و غنی‌سازی استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی.....
۱۴	انواع زی‌شناوران.....
۱۶	انواع کود برای غنی‌سازی استخرهای پرورش ماهیان گرمابی.....
۲۳	نحوه استفاده از کودها برای غنی‌سازی استخرها.....
۲۳	کودهای فسفات‌ه.....
۲۴	کودهای ازته.....
۲۴	کودهای کلسیم‌دار.....
۲۵	کودهای آهنی.....
۲۶	کودهای پتاسیم‌دار.....
۲۸	کودهای حیوانی.....
۳۲	تولید کود سبز.....
۳۳	فعالیت باکترهای متانوژنیک.....
۳۴	فرایند هضم مواد آلی.....
	بهره‌برداری از کود تخمیر شده اسلاری به عنوان ماده مغذی و
۴۲	ماده غنی‌ساز.....
۴۴	نحوه استقرار و مدیریت حوضچه‌های تولید اسلاری.....
۴۵	مراحل مدیریت کود دهی.....
۶۷	منابع.....

مقدمه

پرورش ماهیان گرمابی عمدتاً شامل خانواده کپور ماهیان می‌شود. این ماهیان دمای صفر تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند و در محدوده دمایی ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رشد خوبی دارند.

کوددهی ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش افزایش محصول ماهی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی است. آگاهی‌نداشتن از روش صحیح استفاده از کودها سبب می‌شود تا پرورش‌دهندگان در بارورسازی آب‌و خاک استخرهای خود ناموفق باشند و با کوددهی کم‌تر یا بیش‌تر از حد مطلوب، باعث تلفات ماهیان در استخرها و دچار ضرر و زیان شوند. به‌طوری‌که تولید این ماهیان عمدتاً در استخرهای خاکی و آب‌بندان‌ها انجام شده است (نمودار ۱).



نمودار ۱- میزان تولید ماهیان پرورشی در سال ۱۳۹۳
 مأخذ: اداره کل تولید و پرورش سازمان شیلات ایران

بیش‌تر غذای آبزیان در استخرهای پرورشی را غذای زنده و بخصوص فیتوپلانکتون‌ها تشکیل می‌دهند. شکوفایی پلانکتونی به بسیاری از عوامل از جمله انواع ترکیب‌های شیمیایی آب در کنار محیط و عوامل فیزیکی وابسته است. به‌کارگیری کودها باعث تحریک افزایش موجودات زنده استخرهای پرورش آبزیان می‌شود. این موجودات به عنوان غذای اولیه بچه ماهیان نقش دارند و باعث افزایش نرخ بقا و رشد می‌شوند (شکل روی جلد).

این ترکیب‌ها در آب باعث عمل شکوفایی^۱ فیتوپلانکتونی می‌شوند به طوری که تغییرات غلظت نیتروژن و فسفر می‌تواند باعث رشد جلبک‌های تک‌سلولی و یا رشته‌ای شود.

فراوانی فیتوپلانکتون‌ها باعث افزایش جوامع زئوپلانکتونی و در پی آن سبب افزایش بقا و رشد ماهیان گرمابی (بخصوص ماهی کپور نقره‌ای و کپور سرگنده) در سومین سطح هرم اکولوژی می‌شود. بنابراین در این راستا کوددهی یکی از مهم‌ترین اصول مدیریتی در تولید ماهیان گرمابی محسوب می‌شود (شکل ۱) به طوری که موجب حاصلخیزی استخرهای پرورش کپور ماهیان می‌شود.

این نوشتار بر اساس یک پروژه تحقیقاتی^۲ تدوین شده و در پی آن است تا مراحل آماده‌سازی مزارع مذکور را با زبان ساده به جامعه مخاطب معرفی کند.

1- Bloom

۲. مدیریت آماده‌سازی مزارع پرورش ماهیان گرمابی در آبرزی پروری مسئولانه و تدوین آیین کار- با شماره مصوب ۸۸۰۵۴-۸۸۰۳-۱۲-۱۲-۱۴.

در قسمت اول این کتاب به مفاهیم علمی پیرامون فرایند مدیریت کوددهی و غنی‌سازی استخرهای پرورش کپور ماهیان اشاره کلی شده است.

در قسمت دوم برای جمع‌بندی و سهولت استفاده از مطالب مطرح شده توسط بهره‌برداران، آیین کار عملیات مدیریت کوددهی در قالب مراحل مختلف تبیین شده است.



شکل ۱- کودپاشی بر روی استخرهای پرورش کپور ماهیان

کود دهی و غنی‌سازی استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی

کوددهی ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش افزایش محصول ماهی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی است. آگاهی‌نداشتن از روش صحیح استفاده از کودها سبب می‌شود تا پرورش‌دهندگان در بارورسازی آب‌وخاک استخرهای خود ناموفق باشند و با کوددهی کم‌تر و یا بیش‌تر از حد مطلوب، باعث تلفات ماهیان در استخرها و در نتیجه دچار ضرر و زیان شوند.

براساس تحقیقات انجام شده در سال ۱۳۹۲ میزان شمارش کلی و تنوع باکتری‌ها و میزان سختی کل، فسفر کل، مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی آب در استخرهایی که از کود گاوی استفاده کرده‌اند (نسبت به استخرهایی که از کود شیمیایی استفاده کرده‌اند) بیش‌تر بوده و در این استخرها باکتری‌های پسودوموناس، کلبسیلا، انتروباکتر، ایشرشیاکولی و ویرسینیا مشاهده شده است، درحالی‌که در استخرهایی که از کودشیمیایی استفاده شده، میزان BOD، اکسیژن محلول و شفافیت آب بیش‌تر بوده و باکتری‌های پسودوموناس و ایشرشیاکولی مشاهده شده است.

البته باید در نظر داشت که ترکیب چند گونه ماهیان گرمابی نیز عامل مؤثر دیگری بر میزان و تنوع میکروبی آب استخر در کنار استفاده از کودهای دامی است.

به طور کلی کودها و یا حاصلخیزکننده‌ها را می‌توان به دو گروه اصلی معدنی (شیمیایی) و آلی تقسیم کرد. در جدول ۱ مشخصات به کارگیری دو نوع کود مذکور مقایسه شده است.

جدول ۱- مقایسه مشخصات کودهای معدنی و آلی

ردیف	مشخصات مورد مقایسه	کودهای آلی	کودهای معدنی
۱	مدت نگهداری	نگهداری کود سخت است و فقط در دوره زمانی کوتاه مدت قابلیت ذخیره‌سازی دارد.	نگهداری کود آسان است. در دوره زمانی بلند مدت قابلیت ذخیره‌سازی دارد.
۲	شیوه پراکنده شدن کود در استخر	سخت، بخصوص در مورد سطح مزارع بزرگ	آسان
۳	مواد معدنی	متغیر و کم	ثابت از مقدار زیاد تا خیلی زیاد
۴	مواد آلی	وجود دارد.	وجود ندارد.

ادامه جدول ۱

ردیف	مشخصات مورد مقایسه	کودهای آلی	کودهای معدنی
۵	تأثیر کود بر روی ساختار خاک استخرهای پرورش ماهی	بهبود ساختار خاک	ندارد.
۶	استفاده مستقیم از کود به عنوان غذا در استخرهای پرورش ماهی	استفاده می‌شود.	استفاده نمی‌شود.
۷	فرایند تجزیه کود	با مصرف اکسیژن تجزیه می‌شود.	تجزیه نمی‌شود.
۸	قیمت کود	کم تا متوسط	زیاد تا خیلی زیاد
۹	ارزش غذایی هر واحد کود	بالا تر	پایین تر
۱۰	میزان دسترسی به کود در سطح مزارع	در سطح منطقه و در همسایگی با مزارع دامپروری براحتی تهیه می‌شود.	به صورت تجاری و در برخی مواقع به طریق واردات تهیه می‌شود.
۱۱	استفاده مستقیم از کود به عنوان ماده غنی‌ساز	با استفاده از واحدهای پرورش دامی می‌توان تهیه کرد و اثر مستقیم بر روی تغذیه ماهی دارد.	امکان پذیر نیست.

کود آلی از مدفوع گاو، اسب، گوسفند، خوک و ماکیان تهیه می‌شود و دارای مواد مغذی و عناصر کمیاب است. مدت‌هاست که از کودهای حیوانی به عنوان منبع فسفر، نیتروژن و کربن محلول استفاده می‌شود تا رشد آگ‌ها و غذای طبیعی در استخرهای پرورش ماهی به حداکثر ممکن برسد. کود گاوی و دیگر کودهای آلی به دلیل پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن به سرعت باعث تغییرات پلانکتونی می‌شود. این مواد به دلیل فراهم کردن نیتروژن و فسفر محلول، ابتدا شرایط را برای شکوفایی فیتوپلانکتون آماده می‌کنند و سپس زئوپلانکتون با تغذیه از آنها تکثیر می‌یابد.

به کار بردن کودهای مختلف و میزان استفاده از آنها با توجه به عواملی مانند درجه حرارت، pH آب و خاک، مقدار اکسیژن محلول، مقدار مواد آلی و معدنی موجود در آب و میزان باروری آب از نظر موجودات غذایی تعیین می‌شود.

در کشور ما، در پرورش توأم کپور ماهیان، ماهی اصلی پرورشی در استخرها، کپور نقره‌ای^۱ است که اغلب بیش از ۵۰ درصد تراکم ماهیان در استخرها را تشکیل می‌دهد و با توجه به رژیم غذایی این ماهی که زی‌شناوران گیاهی است، می‌توان به ارزش و اهمیت کوددهی در استخرها پی برد.

در کشت توأم (یا کشت چند گونه کپور ماهیان) دو گونه ماهی پرورشی با نام‌های کپور نقره‌ای و کپور سرگنده^۲ به طور عمده از زی‌شناوران^۳ تغذیه می‌کنند. در حالی که دو گونه دیگر کپور ماهیان پرورشی با نام‌های کپور معمولی^۴ و ماهی آمور^۵ فقط بخشی از دوران تغذیه خود را از شناوران (فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها) استفاده می‌کنند.

پایه و اساس تغذیه ماهی کپور، بر استفاده از زی‌شناوران موجود در آب استوار است که باید به حد وفور در استخرها تولید شوند. زی‌شناوران جانوری نیز از زی‌شناوران گیاهی موجود در استخرها تغذیه می‌کنند و خود مورد مصرف ماهی سرگنده قرار می‌گیرند. این موجودات در صورت تلف شدن، در کف استخرها رسوب می‌کنند و توسط ماهی کپور معمولی به همراه مواد

1- Hypophthalmichthys molitrix
3- Phytoplankton-Zooplankton
5- Ctenopharyngodon idella

2- Arigtichthys nobilis
4- Cyprinus carpio

موجود در کف استخرها مصرف می‌شوند و یا توسط باکتری‌ها تجزیه می‌شوند و به طور مجدد در چرخه تولید قرار می‌گیرند. حفظ و تعادل زیستی در این اکوسیستم آبی و کنترل تمام فاکتورها و موجودات در این زنجیره غذایی، بسیار مهم و در تولید نهایی بسیار مؤثر است. بنابراین به صورت خلاصه کوددهی در استخرهای پرورش ماهی باعث باروری آب، خاک استخرها، تولید غذایی طبیعی و در نتیجه افزایش تولید ماهی در استخرها می‌شود. زی‌شناوران موجودات زنده ریزی هستند که به دلیل نداشتن اندام حرکتی کامل به وسیله جریان آب جابه‌جا می‌شوند. تغذیه ماهی کپور نقره‌ای به میزان ۱۰۰ درصد و کپور سرگنده به میزان ۷۰ درصد و کپور معمولی به میزان ۵۰ درصد از زی‌شناوران است (شکل ۲، ۳ و ۴).



شکل ۲- ماهی کپور نقره‌ای



شکل ۳- ماهی کپور سرگنده



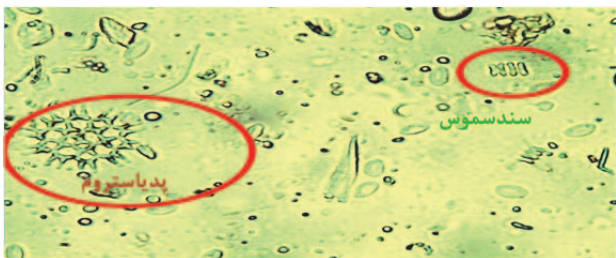
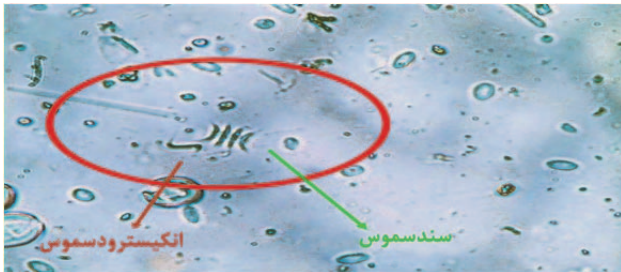
شکل ۴- ماهی کپور معمولی

انواع زی‌شناوران

زی‌شناوران به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

۱- زی‌شناوران گیاهی (فیتو پلانکتون ها Phyto plankton)

زی‌شناوران گیاهی مهم‌ترین موجودات زنده در استخرهای پرورش ماهی هستند که اندازه آنها بین ۵ تا ۱۰۰ میکرون است و با تمام سطح بدن خود نور آفتاب را جذب می‌کنند و فتوسنتز انجام می‌دهند. درون آب به صورت دسته جمعی، خوشه و یا رشته تشکیل می‌دهند و زندگی می‌کنند. بیش‌تر زی‌شناوران گیاهی مورد تغذیه کپور نقره‌ای قرار می‌گیرند (شکل ۵).



شکل ۵- زی‌شناوران گیاهی

(انکیسترو دسموس - سندسموس - پدیاستروم)

۲- زی‌شناوران جانوری (زئوپلانکتون‌ها Zoo plankton)

زی‌شناوران جانوری موجودات ریز داخل استخر هستند که از باکتری‌ها، زی‌شناوران گیاهی و بقایای مواد آلی گیاهی و جانوری تغذیه می‌کنند و به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند:

الف) روتیفرها (آبگردان‌ها): مهم‌ترین غذای لارو ماهی‌ها هستند و به همراه انواع پروتوزوآها (مانند پارامسی‌ها) جزء زی‌شناوران بسیار مطلوب محسوب می‌شوند.

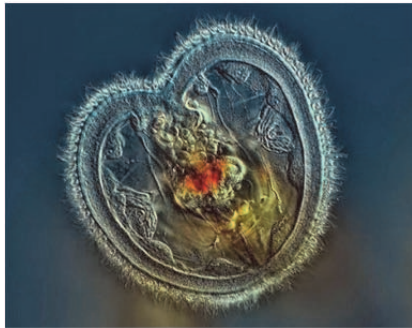
ب) دافنی‌ها (خاکشی‌ها): مورد تغذیه دیگر زی‌شناوران جانوری، کپور معمولی و سرگنده هستند. این دسته جزء زی‌شناورانی که نه خوب هستند و نه بد، رده‌بندی شده‌اند.

ج) سیکلوپس‌ها (پاروپایان): به دلیل پوسته سخت و ناقل بودن انگل‌ها به عنوان دشمن لارو ماهی‌ها محسوب می‌شوند و در واقع جزء زی‌شناوران بسیار بد و نامطلوب هستند.

زی‌شناوران جانوری به دلیل تغذیه از زی‌شناوران گیاهی، به نوعی رقیب فیتوپلاگ (کپور نقره‌ای) هستند که برای جلوگیری از بروز اشکال، تعدادی کپور سرگنده به استخر اضافه می‌کنند (شکل ۶).



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۶- زی شناوران جانوری
(الف- دافنی ب- روتیفر ج- سیکلوپس)

انواع کود برای غنی سازی استخرهای پرورش ماهیان گرمابی

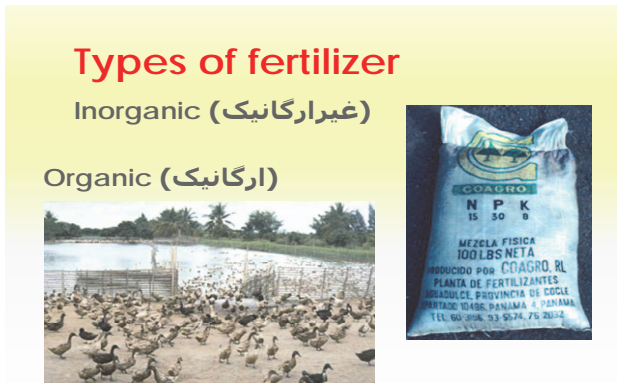
کوددهی در آبی پروری مانند زمین های زراعی انجام می شود (شکل ۷). اگرچه فسفر به عنوان ضروری ترین عنصر در افزایش محصول در محیط های آبی تلقی می شود ولی در کوددهی موفقیت آمیز علاوه بر کودهای فسفره از کودهای ازت و گاهی پتاس و غیره نیز استفاده می شود.

به کار بردن مخلوط کودهای فسفاته، ازته و پتاسیم دار در استخرهای پرورش ماهی بسیار مفید است و بازدهی محصول استخر را به میزان زیادی افزایش می دهد (شکل ۸).

کودهای آلی از طریق آزاد کردن مواد مغذی و معدنی، سبب افزایش محصول می شوند. هر چند ممکن است مستقیماً نیز به عنوان ماده غذایی توسط بی مهرگان و ماهیان به مصرف برسند. کودهای آلی با توجه به ویژگی های خاص خود (تناسب قیمت و همچنین دارا بودن طیف وسیعی از نیازهای غذایی و چرخه زیستی آب) کاربرد زیادی در پرورش ماهیان گرمابی دارند. انواع کودهای حیوانی که در پرورش ماهی استفاده می شود به شرح زیر است:

کود گاوی- کود مرغ و کود اردک- کود اسب- کود گوسفند

و بز- کود سبز



شکل ۷- انواع کودهای مورد استفاده در آبی پروری

مواد مغذی اصلی در کود عبارتند از:

Nitrogen (نیترژن)

Phosphorus (فسفر)

K potassium (پتاسیم)



شکل ۸- انواع مواد مغذی اولیه برای حاصلخیزی مزارع پرورش کپور ماهیان

در ابتدای فصل بهار، استخرهای کپور ماهیان ممکن است آب شفاف داشته باشند. کودها می‌توانند سبب افزایش غلظت نیترژن و فسفر در استخرها شوند. این ترکیب‌ها به منظور تسریع در رشد فیتوپلانکتون‌های استخر به آب اضافه می‌شود زیرا فیتوپلانکتون‌ها پایه شبکه غذایی^۱ هستند و به عنوان غذای طبیعی ماهیان محسوب می‌شوند.

کدورت آب، ناشی از حضور فیتوپلانکتون‌هاست. این پدیده می‌تواند نفوذ نور در استخرها را محدود کند و سبب ایجاد محدودیت در رشد گیاهان آبی بزرگتر^۲ شود.

1- Food web

2- Large aquatic plants

در ابتدای فصل بهار میزان غذای طبیعی کپور ماهیان در استخرهای خاکی کم است زیرا نیتروژن و فسفر به اندازه کافی در استخرهای پرورش ماهی برای افزایش رشد گیاهان میکروسکوپی (فیتوپلانکتون‌ها) وجود ندارد.

اگر استخر آب شفاف داشته باشد، ممکن است ریشه علف‌های آبی هجوم آورد و در تمام کف استخر توسعه یابد. این عمل در واقع نوعی پاسخ به نفوذ نور به کف استخر است. علف‌های آبی غذای خود را از خاک کف استخرها به دست می‌آورند. این کار به وسیله ریشه انجام می‌شود.

علف‌های آبی می‌توانند در فعالیت‌های تغذیه‌ای و صید ماهیان^۱ نیز دخالت کنند. به‌طور کلی استخرهایی که مورد تهاجم علف‌های آبی قرار می‌گیرند به خوبی به وسیله فیتوپلانکتون‌ها بارور نشده‌اند.

غذاهای طبیعی برای ماهیان (در مقاطع وزنی مانند ماهی نوس^۲ و ماهی انگشت‌قد^۳) به عنوان متمم غذاهای دستی (ساخته شده به وسیله کارخانه‌های تولید غذا) مورد استفاده قرار می‌گیرد. غنی‌سازی استخرها به عنوان یک تجربه فنی برای پیشرفت و بهبود شرایط استخرهای ماهی که دارای آب شفاف هستند اهمیت دارد.

همگام با افزایش درجه حرارت، مقدار غذای داده شده به استخر در تناسب با افزایش فعالیت‌های ماهی زیاد می‌شود. همچنین جمعیت فیتوپلانکتون‌ها زیاد می‌شود. این پدیده منتج از ورود غذا به استخرهای پرورشی و گرم‌تر شدن هواست.

1- Fish harvest

2- Fry

3- Fingerling

فراوانی فیتوپلانکتون‌ها با عنوان شکوفایی فیتوپلانکتونی^۱ شناخته می‌شود. مکانیسم حاصلخیزی آب از طریق افزایش جامعه پلانکتونی در قاعده هرم اکولوژی است که منجر به افزایش تولید ماهی در لایه‌های بالای هرم مذکور می‌شود. در شکل ۹ این مکانیسم نمایش داده شده است.



شکل ۹- مکانیسم حاصلخیزی آب از طریق فعالیت‌های کوددهی

طی ماه‌های گرم‌تر سال، نیازی به استفاده از ترکیب‌های غنی‌کننده (کودها) برای نگهداری شکوفایی فیتوپلانکتونی در سیستم استخرها نیست زیرا مقدار زیادی از مواد غذایی ناشی از غذاهای داده شده به استخر وجود دارد.

1- Phytoplankton bloom

غنی‌سازی استخرها باعث تراکم بیشتر فیتوپلانکتون‌ها و افزایش تقاضا برای اکسیژن محلول آب می‌شود. غنی‌سازی‌های ناخواسته در تعیین کیفیت آب استخرها مؤثر است و منجر به افزایش نیتروژن و فسفر استخرهای پرورش ماهی می‌شود.

زمانی که رشد فیتوپلانکتون‌ها افزایش می‌یابد و میزان قلیائیت آب زیر ۲۰ ppm است، استفاده از ترکیب‌های غنی‌ساز (کودها) عملاً مؤثر نیست. استفاده از سنگ آهک کشاورزی می‌تواند منجر به افزایش قلیائیت آب شود، در این حالت آب می‌تواند پاسخ بهتری نسبت به عملیات باروری (کوددهی) داشته باشد. افزایش قلیائیت می‌تواند برای افزایش تولید ماهی سودمند باشد.

از گذشته‌های دور، کودها و مواد آلی بارورکننده مانند بقایای گیاهان، به منظور باروری استخرها مورد استفاده قرار گرفته است. این مواد در اثر فعالیت‌های باکتریایی تجزیه می‌شوند. پس از این عمل تقاضا برای اکسیژن محلول افزایش می‌یابد که نهایتاً منجر به کمبود غلظت اکسیژن محلول می‌شود.

کودهای حیوانی ممکن است محتوی آنتی‌بیوتیک و یا سایر داروها باشند. این ترکیب‌ها می‌توانند باعث ایجاد آلودگی بر روی گوشت ماهیان استخرهای پرورشی شوند. علاوه بر این کودهای حیوانی ممکن است دارای مقدار زیادی باکتری باشند. استفاده از کودهای حیوانی برای استخرهای گربه ماهی خصوصاً به عنوان غذای رشد ماهی در استخرها پیشنهاد نمی‌شود.

درجه بندی کودها بر مبنای درصد وزنی ازت^۱، فسفر^۲ و پتاسیم^۳ انجام می‌شود به طوری که کود ۵-۵-۱۰ حاوی ۱۰ درصد ازت، ۵ درصد P2O5 و ۵ درصد K2S است. عدد سمت راست بیانگر میزان پتاس، عدد وسط میزان فسفر و عدد سمت چپ میزان ازت موجود در کود را مشخص می‌کند.

کودهای مرسوم تجاری موجود در بازار مانند اوره، نیترات کلسیم، نیترات سدیم، نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم، سوپرفسفات، تریپل سوپرفسفات، مونوآمونیوم فسفات و دی‌آمونیوم به صورت جامد هستند و معمولاً در اشکال پلیت، گرانول و یا پولک عرضه می‌شوند.

از آنجایی که بسیاری از کودها جاذب رطوبت هستند، باید در جای خشک نگهداری شوند. نیترات آمونیوم اگر در معرض جرقه قرار گیرد شدت منفجر می‌شود. نیترات سدیم و اوره نیز قابل احتراق هستند، لذا در موقع حمل و نقل باید از شعله دور نگاه داشته شوند.

اغلب کودهای تجاری جامد، خورنده فلز نیز هستند. بعضی از کودها مانند آمونیوم پرفسفات، اسیدفسفریک و آمونیاک توسط تانکر و کشتی حمل می‌شوند. آمونیوم پرفسفات کود مایعی است که حاوی چند ماده مغذی است و خورندگی کمی دارد و در صورت نگهداری طولانی، نمک‌های مغذی از آن خارج می‌شود، بنابراین برای نگهداری آن اغلب باید با گرد رس آمیخته شود. معیار کود دهی در استخرهای پرورشی کپور ماهیان بر اساس

رسیدن به میزان استاندارد نرماتیو نیتروژن و فسفر (به میزان ۲ میلی‌گرم در لیتر، فسفر ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر) آب استخرهای پرورش ماهی تعیین می‌شود.

نحوه استفاده از کودها برای غنی‌سازی استخرها

کودهای فسفات

کود فسفات را معمولاً به شکل فسفات و سوپرفسفات برای زمین‌هایی که دارای خاک رس یا خاک رس ماسه‌ای (لومی-رسی) هستند به کار می‌برند. از انواع کودهای فسفات، کود فسفات دارای ۱۴ تا ۲۰ درصد ماده فعال (P205)، سوپرفسفات دارای ۳۸ تا ۴۰ درصد ماده فعال و کود سوپر فسفات تربیل دارای ۴۸ درصد ماده فعال است. کودهای فسفات موجب رشد سریع گیاهان آبی و موجودات غذایی می‌شود. بازده طبیعی ماهی در استخرها با به کار بردن کودهای فسفات به میزان ۱۶ تا ۶۲ درصد افزایش می‌یابد.

در استخرها معمولاً از کود سوپرفسفات برای غنی‌سازی خاک‌های سنگین و آب‌هایی که دارای مقدار زیادی آهن هستند استفاده می‌شود، زیرا در این محیط‌ها فسفر سریع‌تر جذب می‌شود و باعث رشد سریع گیاهان آبی، زی‌شناوران و سایر موجودات مورد مصرف ماهی‌ها می‌شود.

کودهای فسفات را هرگز نباید همراه با کلسیم (کودهای کلسیم‌دار و حیوانی) به کار برد زیرا این دو ماده با هم ترکیب می‌شوند و به صورت رسوب از دسترس گیاهان خارج می‌شوند. کود فسفات را قبل از مصرف در آب حل می‌کنند (یک واحد

حجمی فسفات در ۲۰ واحد حجمی آب) و محلول به دست آمده را به وسیله تانکر و پمپ‌آب به شکل ذرات ریز به تمام سطح استخر می‌پاشند.

کود ازته

کود ازته به صورت نیترات آمونیوم و اوره ($\text{CO}(\text{NH}_3)_2$) استفاده می‌شود. مصرف کود اوره که ترکیب‌های ازت و کربن را به صورت توأم دارد، سبب تسریع عمل فتوسنتز می‌شود و بهتر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

از به کاربردن نیترات آمونیوم یا سولفات آمونیوم همراه کودهای فسفاته، نتایج ارزنده‌ای حاصل می‌شود. به عنوان مثال استفاده توأم نیترات آمونیوم و سوپرفسفات باعث تکثیر و رشد فیتوپلانکتون‌ها می‌شود و رنگ آب نیز به صورت سبز خوش رنگ در می‌آید. همچنین وضع اکسیژن محلول در آب نیز بهبود می‌یابد. به کار بردن نیترات آمونیوم به تنهایی موجب ایجاد شرایط نامساعد برای جلبک‌های ریشه‌ای و باعث قطع رشد و نمو آنها می‌شود.

کودهای کلسیم‌دار

زمانی که pH استخر پایین باشد (محیط اسیدی باشد) با استفاده از ترکیب‌های کلسیم‌دار، آب را به سمت قلیایی می‌برند. برای جلوگیری از رشد انبوه جلبک‌های سبز - آبی - ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم آهک زنده در هر هکتار مصرف می‌شود. در آماده‌سازی استخرهای پرورشی می‌توان با نسبت معین از مشتقات این ترکیب‌ها استفاده کرد.

کودهای آهکی

از مواد آهکی برای اهداف زیر استفاده می‌شود:

الف- ضد عفونی کردن کف استخر (آهک زنده- پس از تخلیه استخر)

ب- تجزیه رسوبات لجنی (آهک زنده- پس از تخلیه استخر)

ج- غنی‌سازی pH اسیدی خاک و آب در صورت نیاز در تمام طول دوره پرورش

میزان استفاده از کودهای آهکی:

۱- آهک زنده (آهک گرم) (اکسید کلسیم Cao)

آهک زنده بیش‌ترین واکنش‌زایی و خطر را در هنگام استفاده دارد، به شدت به آب واکنش نشان می‌دهد و تبدیل به هیدروکسید کلسیم می‌شود که این فرایند با تولید گرمای زیاد همراه است. این آهک به میزان ۵۰۰ تا ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار برای لجن زیاد و ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار برای لجن کم، ویژگی گندزدایی زیاد دارد، زیرا آهک نسبت به آب و رطوبت واکنش نشان می‌دهد و خشک است. به آن آهک زنده نیز می‌گویند.

۲- آهک ئیدراته (آهک ابدار) (آهک مرده) (هیدروکسید کلسیم)

آهک ئیدراته به صورت کیسه‌های آهک ساختمانی فروخته می‌شود. کاملاً واکنش‌زاست، بنابراین در هنگام دستکاری باید دقت شود اما نسبت به آهک زنده بیش‌تر در دسترس قرار دارد. از این آهک به میزان ۱/۵ برابر آهک زنده استفاده می‌کنند و کاربرد آن مانند آهک زنده است.

۳- سنگ آهک (گچ) (کربنات کلسیم)

اگر انواع صخره‌های مناسب سنگ آهک در محل یافت شوند، سنگ آهک شکل ارزان قیمت کلسیم است. این آهک، سنگ معدنی است، به شکل کلوخ وجود دارد و به صورت خرد شده فروخته می‌شود. این آهک ویژگی گندزدایی ندارد و نباید آن را در استخرهای لجنی استفاده کرد. میزان استفاده آن ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است.

کودهای پتاسیم‌دار

این کودها در مناطقی که زمین‌های آنها دچار کمبود پتاس است (مانند خاک‌های ماسه‌ای - باتلاقی و شوره‌زار) استفاده می‌شود. میزان مناسب کودهای پتاسی ۲۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است (به این نحو که در سال اول ۲۰ کیلوگرم در هکتار به کار برده می‌شود و در صورت نتیجه مثبت، میزان آن در سال‌های بعد تا ۱۰۰ کیلوگرم افزایش می‌یابد). پیشنهاد می‌شود کودهای فسفاته پتاسی به صورت توأم مورد استفاده قرار گیرند.

در این روش شیوه محاسبه کود مورد نیاز برای آماده‌سازی اولیه استخرهای پرورش ماهی (به منظور استفاده از هردو نوع کود به صورت توأم) بر مبنای ۲ میلی‌گرم ماده فعال N و ۰/۲ میلی‌گرم ماده فعال P2O5 در یک لیتر آب استخر (قبل از ماهی‌دار کردن استخرهای پرورش ماهی) به روش زیر محاسبه می‌شود:

حجم آب یک هکتار استخر پرورش ماهی، سال اول با میانگین عمق یک متر معادل ۱۰.۰۰۰ مترمکعب.

با در نظر گرفتن تعداد ۲ گرم ماده فعال P205 در یک مترمکعب آب، مقدار ماده فعال مورد نیاز:

$$\text{الف: P205: } 2 \text{ کیلوگرم} = 2000 \text{ گرم} = 10.000 \times 0.2$$

$$\text{ب: N: } 2 \text{ کیلوگرم} = 2000 \text{ گرم} = 10.000 \times 0.2$$

نیتрат آمونیوم دارای ۳۵ درصد ماده فعال N و سوپرفسفات دارای ۴۰ درصد ماده فعال P205 و فسفات دارای ۱۵ درصد ماده فعال است بنابراین:

$$\text{ضریب تبدیل N به نیترات آمونیوم} = 2/9$$

$$\text{ضریب تبدیل P205 به سوپرفسفات} = 2/5$$

$$\text{ضریب تبدیل P205 به فسفات} = 6/7$$

با در نظر گرفتن ضریب تبدیل‌های فوق، مقدار کود مورد نیاز برای یک بار کود دادن به استخر یک هکتاری برای آماده‌سازی اولیه به شرح زیر است:

$$\text{سوپرفسفات} \quad 2 \times 2/5 = 5 \text{ کیلوگرم}$$

$$\text{فسفات} \quad 2 \times 6/7 = 13/4 \text{ کیلوگرم}$$

$$\text{نیترات آمونیوم} \quad 20 \times 2/9 = 58 \text{ کیلوگرم}$$

اگر عمق استخر بیشتر باشد باید با توجه به عمق آن، کود مورد نیاز را باید محاسبه کرد. مثلاً اگر عمق استخر ۱/۵ متر

باشد، با توجه به افزایش پنجاه در صدی عمق آب، مقدار سوپرفسفات موردنیاز به میزان ۷/۵ کیلوگرم در هکتار و بقیه کودها نیز به همین ترتیب محاسبه می‌شود. به‌طور کلی پیشنهاد می‌شود که کود دادن استخرها زیر نظر آزمایشگاه شیمی و کارشناسان متخصص انجام شود.

کودهای حیوانی

کودهای حیوانی دارای مواد آلی و معدنی فراوانی هستند به‌طوری‌که موجب افزایش حاصلخیزی و باروری سریع آب می‌شوند. مصرف این کودها برای تولیدات زیستی استخرها بسیار مؤثر است به گونه‌ای که اگر کودهای حیوانی به صورت تازه مصرف شوند، باکتری‌های تجزیه‌کننده بلافاصله آنها را تجزیه می‌کنند و برای انجام فتوسنتز در دسترس گیاهان آبی و زی‌شناوران گیاهی قرار می‌دهند و همچنین مقدار بیش‌تری مواد مغذی در کف استخرهای پرورش ماهی مورد استفاده باکتری‌های کفزی، کرم‌ها و سایر موجودات قرار می‌گیرند.

از انبار کردن کود در گوشه استخر باید خودداری شود زیرا کیفیت آب استخر را از بین می‌برد و از سوی دیگر مواد موجود در آن تجزیه می‌شود و بدون آن که مورد استفاده قرار گیرد از بین می‌رود. در زمان کوددهی باید به دمای آب و pH آن توجه کرد.

کودهای آلی به ترتیب زیر به استخرها داده می‌شود:

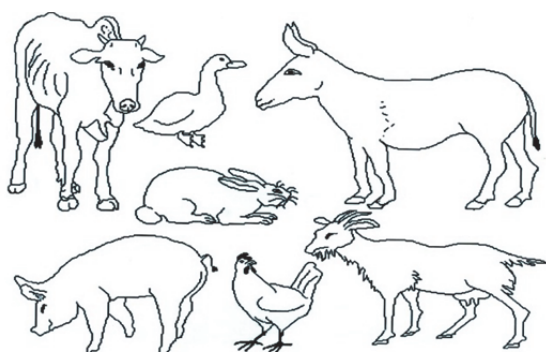
کودهای آلی (حیوانی) به صورت یکنواخت در کف استخرها پراکنده می‌شود و به عمق ۵ سانتی‌متری شخم زده می‌شود (این عمل پس از تخلیه و خشک کردن استخر انجام می‌شود).

همچنین این مقدار با توجه به نوع کود مصرفی (کود گاوی، مرغی، اردک، گوسفندی، کود اسب و غیره) و میزان حاصلخیزی خاک و آب استخر متغیر است (شکل ۱۰).

اگر از کود اردک و کود مرغ استفاده کنیم، نصف مقدار به استخر کود می‌دهیم زیرا کود مرغی از نظر ترکیب‌های مورد نیاز استخرهای پرورشی، غنی‌تر از کود گاوی است. کود اردک و مرغ از نظر ازت، فسفات، کربن و کلسیم بسیار غنی است و به همین دلیل باید در مصرف آن دقت بیشتری کرد.

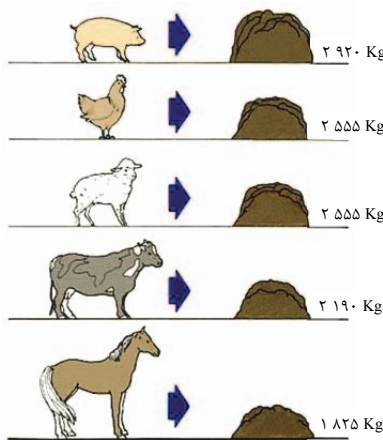
میزان استفاده از کود گاوی در بعضی منابع به میزان سه تا پنج تن نیز ذکر شده است. از کود اسب بیشتر در مرحله آماده‌سازی اولیه استخرها استفاده می‌شود. کود گوسفند و بز مناسب نیست زیرا دیر در آب حل می‌شود و در صورت استفاده از آنها، به طور تقریبی باید به میزان برابر با کود گاوی استفاده شود.

میزان کوددهی در انواع آبها متفاوت است. آب چاه‌کاری از مواد غذایی است و آبی که از زمین‌های حاصلخیز یا زهکش‌های کشاورزی عبور می‌کند، بسیار غنی است. بنابراین برحسب نوع منبع آبی مورد استفاده، میزان کوددهی متفاوت خواهد بود.



شکل ۱۰- کودهای آلی حاصله از ماکیان و احشام

میزان متوسط کودهای تولید شده از حیوانات اهلی متفاوت است. در شکل ۱۱ میزان متوسط سالیانه تولید کود به ازای ۱۰۰ کیلوگرم وزن زنده انواع دامهای مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱۱- میزان متوسط سالیانه تولید کود به ازای ۱۰۰ کیلوگرم وزن زنده انواع دام‌های مختلف

کود در ظرف یا حوضچه آب ریخته می‌شود و مایع به دست آمده (بدون تفاله) به استخر داده می‌شود. این مورد را بیش‌تر در استخرهای تخم‌ریزی و لارو اعمال می‌کنند به طوری که انجام آن پس از آبیگری استخر خواهد بود.

گاهی نیز به طور مستقیم از کود مایع استفاده می‌شود که به وسیله تانکر از دامداری‌ها و یا مرغداری‌ها به استخر منتقل می‌شود. پس از ماهی‌دار کردن استخرها با توجه به وضعیت آب استخر، روزانه ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم کود گاوی جامد را به صورت محلول در آورده و به وسیله پمپ در سطح یک هکتار استخر پخش می‌کنند.

علاوه بر استفاده از کودهای دامی و کودهای شیمیایی به صورت جداگانه، برای آماده‌سازی استخرها می‌توان از هر دو نوع

کود نیز جهت کود پایه استفاده کرد. از کودهای دامی در هنگام خشک بودن استخرها و از کود شیمیایی پس از آبیاری به صورت محلول استفاده می‌شود. در این صورت کود دامی را کم‌تر داده و با کود شیمیایی میزان باروری استخرها را به حد مطلوب می‌رسانیم. محققان نشان دادند که بهره‌مندی از مخلوط کود شیمیایی و کود آلی، باعث افزایش بار فیتوپلانکتونی و زئوپلانکتونی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی می‌شود. بنابراین استفاده همزمان این دو نوع کود پیشنهاد می‌شود. همچنین نسبت به زمانی که تنها از کود شیمیایی استفاده می‌شود، باعث کاهش هزینه‌های کوددهی می‌شود.

تولید کود سبز

برای تولید کود سبز، بستر استخرهای پرورش ماهی در سال‌های سوم و چهارم پرورش را تحت آیش قرار داده و یونجه، شبدر و سایر محصولات کشاورزی می‌کارند.

الف: در استخرها بعد از روییدن یونجه و شبدر (بدون درو کردن) استخرها آبیاری می‌شوند و پس از متلاشی شدن شبدر و یونجه (پس از آبیاری ۱۰ تا ۱۲ روز طول می‌کشد) و ایجاد شرایط مساعد از لحاظ اکسیژن محلول استخر را ماهی‌دار می‌کنند.

ب: شبدر و یونجه را برداشت کرده و سپس استخرهای پرورش ماهی را آبیاری می‌کنند. در اثر تجزیه و متلاشی شدن ریشه شبدر و یونجه، میزان تولید استخرهای پرورش ماهی به حد مطلوب می‌رسد.

در اثر استفاده از کود سبز، بازدهی طبیعی استخرهای پرورش ماهی ممکن است تا ۵۰ درصد افزایش یابد.

فعالیت باکتری‌های متانوژنیک

باکتری‌های متانوژنیک بر روی مواد آلی اثر می‌گذارد. گاز متان و سایر گازها در این سیستم تولید می‌شود و در نتیجه تولید گازهای مذکور، چرخه حیاتی باکتری‌های متانوژنیک در شرایط بی‌هوازی تکمیل می‌شود. این باکتری‌ها شرایط ویژه‌ای را در جهت حیات خود انتخاب می‌کنند و نسبت به تغییرات کوچک شرایط محیطی^۱ حساس می‌شوند. این باکتری‌ها در دسته باکتری‌های متان دوست قرار دارند و در عین حال در پاره‌ای از موارد دارای خصوصیات متفاوت هستند. به طور مثال این باکتری‌ها از نظر شکل ظاهری سلول^۲ بسیار گوناگون هستند. خانواده باکتری‌های متان دوست^۳ شامل چهار جنس و دارای خواص سیتولوژیک متفاوت هستند.

باکتری‌های میله‌ای (Rod-shaped bacteria) شامل دو گروه زیر هستند:

- باکتری‌های متانوباکتریوم بدون هاگ
- باکتری‌های متانوباسیلوس‌های هاگ‌دار

باکتری‌های کروی Spherical شامل دو گروه زیر هستند:

- باکتری‌های سارسینا و متانوسارسینا
- باکتری‌های متانوکوکوس

1- Micro-climate

2- Cellular morphology

3- Methanophile bacteria

امروزه امکان جداسازی این باکتری‌ها و ایجاد کشت خالص و نگهداری آنها در شرایط آزمایشگاهی وجود دارد.

فرایند هضم مواد آلی^۱

تعریف: ماده اسلاری را می‌توان بقایای مواد آلی هضم‌شده اطلاق کرد. این فراورده بیولوژیک متأثر از عمل باکتری‌های متانوژنیک بر روی مواد آلی در شرایط غیرهوازی است. بعد از خروج بیوگاز از مخازن هاضم ماده مغذی اسلاری به عنوان محصول ثانویه ایجاد می‌شود. گازهای خارج شده قابلیت اشتعال^۲ دارند و به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کاربرد اسلاری: ماده غنی‌ساز اسلاری به عنوان یک ماده مغذی با ارزش بالا^۳ می‌تواند مصارف چند جانبه‌ای داشته باشد. این ماده در پرورش ماهی به عنوان ماده مغذی و ماده بارورکننده^۴ مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ بهبود دهنده ساختار خاک است و به عنوان ماده مغذی در جیره غذایی حیوانات اهلی از جمله مرغ و ماهی است. در حالت معمول تقریباً ۱۰ درصد از میزان کل نیتروژن کود تازه^۵ به آسانی در اختیار محیط (گیاه) قرار می‌گیرد. زمانی که کود تازه خشک می‌شود تقریباً ۳۰ تا ۳۵ درصد از نیتروژن در طی ۱۰ روز اول از درون ترکیب آزاد می‌شود. لیکن در عمل هضم اسلاری طی مدت فوق‌الذکر فقط ۱۰ تا ۱۵ درصد نیتروژن از ماده اسلاری خارج می‌شود. بنابراین

1- Digestion

2- Flammable gas

3- High nutrient

4- Fertilizer

5- Fresh dung

عملیات هضم اسلاری در تثبیت نیتروژن نقش دارد و به عنوان ماده غنی‌ساز مدنظر قرار می‌گیرد. استفاده مستقیم از اسلاری دارای اثرات بیش‌تری است و زمانی که اسلاری ذخیره و یا خشک شود تأثیر آن کم‌تر می‌شود.

طی دوره هضم غیرهوازی، حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد از مواد آلی تجزیه می‌شود. بنابراین میزان انرژی آزاد شده به $1/3$ درصد می‌رسد. هیچ‌گونه نیتروژن جدید در خلال هضم غیرهوازی ایجاد نمی‌شود و ۱۵ تا ۱۸ درصد از نیتروژن تبدیل به گاز آمونیاک می‌شود، درحالی‌که نیتروژن حاصل از هضم هوازی مواد آلی، اکثراً اکسید و تبدیل به ترکیب‌های نیتريت و نیترات می‌شود.

ارزش آمونیوم به عنوان منبع نیتروژن بیش‌تر از نیتروژن اکسید شده موجود در خاک است. ترکیب‌های آمونیوم کم‌تر در معرض شست و شو قرار می‌گیرد و در تثبیت نیتروژن نقش مهمی دارد. این ترکیب‌ها با ذرات رس و هوموس خاک تبادل یونی انجام می‌دهد.

میزان مواد آلی موجود در اسلاری، حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد لیگنین، گلوکز هضم نشده و چربی در ماده خشک است. این مواد در معرض تجزیه قرار می‌گیرد لیکن مینرال‌ها و نمک، مورد تجزیه باکتریایی قرار نمی‌گیرد. در اثر تخمیر بی‌هوازی اسلاری، رشد و تکثیر باکتری‌های سالمونلا^۱ و کلی‌باسیلوس^۲ محدود می‌شود.

مواد وارد شده در سیستم تولید بیوگاز و اسلاری غالباً مواد کم ارزش بوده که به سهولت در دسترس است و استفاده از مواد آلی

1- Salmonella chloereasius

2- Coli bacillus

گران‌قیمت مقرون به صرفه نیست. استفاده از مواد ارزان قیمت باعث شده که هزینه‌های زیست محیطی جهت حذف آنان در طبیعت (که عمدتاً گران‌قیمت بوده) تقلیل یابد. بخصوص در بعضی از کشورها که به دلیل توسعه نیافتگی سیستم ارتباطی راه‌های داخل کشور (مانند کشور نپال) عملاً هزینه‌های انتقال ضایعات مواد آلی از یک منطقه به منطقه دیگر می‌تواند هزینه‌بر باشد.

فرایند تولید اسلاری: عملیات هضم وابسته به عمل واکنش‌های متفاوت در درون محیط است. اثرات متقابل بین عوامل متانوژنیک و غیرمتانوژنیک و فعالیت سوبسترای (که به عنوان ماده مغذی در درون محیط استفاده می‌شود) به عنوان عوامل مؤثر در پروسه هضم قلمداد می‌شود. واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی در این میان طی مراحل مختلف و در اثر عوامل گوناگون اتفاق می‌افتد. مراحل هضم اسلاری به شرح زیر است (نمودار ۲):

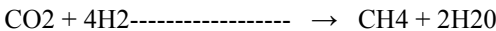
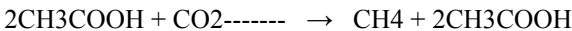
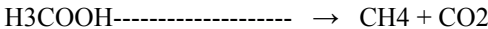


نمودار ۲- فرایند تجزیه بی‌هوازی مواد آلی

مرحله هیدرولیز^۱: مواد زاید گیاهان و مواد آلی به صورت عمده متشکل از مواد کربوهیدراته، چربی‌ها^۲، پروتئین‌ها و مواد غیرآلی است. مولکول‌های بزرگ و پیچیده به صورت محلول در-می‌آید و به وسیله آنزیم‌های خارج سلولی مترشحه از باکتری‌ها به مولکول‌های ساده‌تر تبدیل می‌شود. این مرحله به عنوان مرحله نخست شکست ترکیبات پلیمر تلقی می‌شود. به عنوان مثال گلوکز به عنوان یک زنجیره پلیمریزه در ابتدا به ترکیب دی‌مریک و سپس به عنوان ترکیب منومریک متشکل از مولکول‌های شکر به وسیله عمل آنزیم سلولاتیک باکتری‌ها شکسته می‌شود.

مرحله تولید اسید^۳: ترکیب‌های مونومر (مانند گلوکز) به وسیله آنزیم‌های مترشحه از باکتری‌های تولیدکننده اسید^۴ تحت شرایط بی‌هوازی قرار می‌گیرد و اتم‌های شش کربنه در مولکول گلوکز را شکسته و ترکیب‌های فوق‌الذکر را تبدیل به اسیدی با تعداد اتم کم‌تر می‌کند. اسیدهای اصلی تولیدشده در این فرایند شامل اسیداستیک^۵، اسید پروپیونیک^۶، اسید بوتیریک^۷ و الکل اتانول است.

مرحله تولید گاز متان^۸: در این مرحله اسیدهای اصلی تولید شده در مرحله اول فرایند مورد تجزیه قرار می‌گیرد (نمودار ۲).



1- Hydrolysis

4- Acid forming bacteria

7- Butyric acid

2- Lipids

5- Acetic acid

8- Methane production

3- Acid production

6- Propionic acid

در این معادله‌ها ترکیب‌های زیادی از جمله محصولات جانبی^۱ و ترکیب‌های حد واسط^۲ در پروسه هضم مواد آلی تولید می‌شود. مواد اولیه وارد شده در سیستم، تحت تأثیر شرایط بی‌هوازی قرار می‌گیرد و در نهایت گاز متان به عنوان محصول نهایی^۳ ایجاد می‌شود. وقتی که میزان pH ترکیبات وارد شده در سیستم تولید اسلاری بین هفت تا شش باشد، میزان تولید بیوگاز به بیش‌ترین حد ممکن می‌رسد. همچنین میزان pH نقش اساسی در مدت زمان نگهداری^۴ اسلاری ایفا می‌کند.

در پریود زمانی اولیه تخمیر، مقدار زیادی اسید به وسیله باکتری‌های تولیدکننده اسید ایجاد می‌شود، بنابراین در این مرحله pH در درون حوضچه‌های اسلاری کاهش می‌یابد و به میزان کم‌تر از پنج می‌رسد. این عمل باعث می‌شود تا فرایند تخمیر، محدود و یا حتی متوقف شود. زیرا باکتری‌های متانوژنیک نسبت به تغییرات pH بسیار حساس است و تقلیل میزان pH به میزان کم‌تر از ۵/۶ می‌تواند فعالیت این باکتری‌ها را متوقف کند. سپس در ادامه پروسه هضم افزایش غلظت NH₄ متأثر از هضم نیتروژن باعث می‌شود تا میزان pH به بالاتر از ۸ برسد و موازنه لازم بین عوامل کاهنده و فزاینده pH برقرار شود. در این مرحله میزان سطح تولید متان تثبیت می‌شود و دامنه تغییرات pH بین ۷/۲ تا ۸/۲ قرار می‌گیرد.

1- By-products
3- Final products

2- Intermediate-products
4- Retention time

درجه حرارت نیز به نوبه خود بر روی باکتری‌های متانوژن تأثیرگذار است به طوری که در درجه حرارت‌های فوق‌العاده بالا و یا پایین باعث غیرفعال شدن باکتری‌های مذکور می‌شود. درجه حرارت مطلوب برای این باکتری‌ها ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. وقتی که درجه حرارت محیط اطراف به زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد تنزل یابد، تولید بیوگاز عملاً متوقف می‌شود.

درجه حرارت مطلوب برای تولید رضایت بخش گاز متان در دامنه مزوفیلیک ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. در این راستا ایزولاسیون حرارتی مناسب قسمت هضم‌کننده در میزان تولید بیوگاز خصوصاً در طی فصل‌های سرد مؤثر است. وقتی که درجه حرارت محیط به ۳۰ درجه سانتی‌گراد و یا کم‌تر برسد، متوسط درجه حرارت داخل قسمت هضم‌کننده به میزان چهار درجه سانتی‌گراد بالاتر از درجه حرارت محیط است.

مقدار مواد غذایی خام^۱ موجود در واحد حجم قسمت هاضم در طی هر روز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در شرایط کشور نپال، شش کیلوگرم کود گاوی تازه در هر متر مکعب قسمت هضم‌کننده ریخته می‌شود. در صورتی که مواد گیاهی به مقدار بیش از حد ریخته شود، مقدار زیادی اسید در مخزن تجمع می‌یابد و میزان تولید گاز متان محدود می‌شود. بدیهی است در صورتی که میزان مواد خام به مقدار کم‌تر ریخته شود به صورت مشابه مقدار تولید گاز متان تقلیل می‌یابد.

مدت زمان نگهداری^۱ اسلاری: اصطلاحاً به مدت زمانی اطلاق می‌شود که در آن مقدار مشخصی از کود حیوانی در قسمت هاضم وارد شود و تحت تأثیر باکتری‌های متانوژن قرار گیرد. این مدت زمان بر اساس کل حجم قسمت هاضم و حجم موادی که به صورت روزانه وارد سیستم شود محاسبه می‌شود. شرایط آب و هوایی بر روی مدت زمان مذکور تأثیرگذار است.

در کشور نپال زمان مذکور به طور متوسط بین ۵۰ تا ۶۰ روز است. بنابراین حجم قسمت هاضم بر پایه عوامل فوق و ۵۰ تا ۶۰ مرتبه برداشت (به صورت روزانه در طی دوره پرورش) محاسبه می‌شود. در جاهایی که دارای خاک سبک در قسمت هاضم باشد، طول مدت به میزان ۷۰ تا ۸۰ روز می‌رسد. بنابر این در شرایط مذکور عوامل بیماری‌زای درون کود از بین می‌رود.

طول مدت زمان نگهداری، وابسته به درجه حرارت هواست به طوری که در درجه حرارت‌های گرم‌تر (حدود ۳۵ درجه سانتی‌گراد و بالاتر) مدت زمان نگهداری به منظور تولید اسلاری به میزان کم‌تری می‌رسد.

یون‌های مواد معدنی، فلزات سنگین^۲ و مواد پلشت‌بر^۳ به عنوان مواد سمی، باعث توقف رشد طبیعی باکتری‌ها و عوامل بیماری‌زا درون مایع اسلاری می‌شود. مقادیر کم یون مواد معدنی (مانند یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آمونیوم و سولفور) باعث رشد باکتری‌ها می‌شود. لیکن غلظت بالای مواد مذکور باعث ایجاد مسمومیت می‌شود. برای مثال اگر مقدار

1- Retention time 2- Heavy metals 3- Detergents

NH₄ معادل ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، سبب تحریک رشد باکتری‌ها می‌شود، درحالی‌که غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم دارای اثرات سمی است.

مواد پلشت‌بر^۱ شامل صابون، آنتی‌بیوتیک‌ها و حلال‌های آلی باعث توقف تولید گاز متان توسط باکتری‌های متانوژنیک می‌شود. بنابراین باید از اضافه شدن این مواد به قسمت هاضم و مواد آلی تولیدکننده اسلاری دوری کرد. فهرست عواملی که باعث ایجاد مسمومیت می‌شود در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- بررسی سطوح سمی ترکیب‌های محدودکننده

ردیف	اسامی ترکیب‌های محدودکننده ^۲	غلظت‌های محدودکننده (سمی) ^۳
۱	یون سولفات	۵۰۰۰ قسمت در میلیون
۲	کلراید سدیم	۴۰۰۰۰ قسمت در میلیون
۳	نیتрат	۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر
۴	یون مس	۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر
۵	یون کرومیوم	۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر
۶	یون نیکل	۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
۷	یون سدیم	۳۵۰۰ تا ۵۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
۸	یون پتاسیم	۲۵۰۰ تا ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
۹	یون کلسیم	۲۵۰۰ تا ۴۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
۱۰	یون منگنز	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
۱۱	یون منیزیم	بیش از ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر

منبع: The Biogas Tecnology in China, BRTC, China (1989)

بهره‌برداری از کود تخمیر شده اسلاری به عنوان ماده مغذی و ماده غنی‌ساز^۱

برای اولین بار مخازن هاضم مواد گیاهی برای تولید بیوگاز در ایالت بمبئی کشور هند در سال ۱۸۵۹ ساخته شد. سیستم تولید گاز متان ناشی از فرایند هضم غیرهوازی^۲ است. طراحی این سیستم به گونه‌ای است که در آن کود و یا سایر مواد آلی به وسیله میکروب‌ها شکسته می‌شوند، به طوری که در این فرایند مواد ساده^۳ و بیوگاز تولید می‌شود. کود به صورت منظم به داخل مخزن ریخته می‌شود و بعد از طی فرایند تجزیه میکروبی بیوگاز و سایر مواد هضم شده به وجود می‌آید.

کود طی سه مرحله فوق‌الذکر به مواد ساختمانی اولیه شکسته می‌شود. فرایند بیولوژیکی مذکور در درجه حرارت ۱۰۰ درجه فارنهایت به صورت مناسبی انجام می‌شود و از اشتعال بیوگاز تولیدشده، برای گرم کردن آب در صنایع استفاده می‌شود. باکتری‌های متانوژنیک به صورت طبیعی در مواد آلی و در جایی که محدودیت حضور اکسیژن وجود دارد فعال می‌شود و بیوگاز تولیدشده مشتمل بر ۶۰ درصد گاز متان، ۳۸ تا ۴۰ درصد دی‌اکسیدکربن و ۲ تا ۴ درصد سولفید هیدروژن است. پتانسیل تولید بیوگاز وابسته به نوع ماده آلی است که در جدول ۳ نشان داده شده است، به طوری که بیش‌ترین میزان تولید بیوگاز برای یک کیلوگرم کود گاوی به میزان ۰/۲۵ مترمکعب تخمین زده شده است.

1- Utilization of slurry as feed and fertilizer

2- Anaerobic digester

3- Simple Organic

گازهای تولیدشده در این سیستم را می‌توان زاییده عمل باکتری‌های متانوژنیک^۱ بر روی مواد کم ارزش زیستی در شرایط غیرهوازی دانست. ۵۰ تا ۷۰ درصد بیوگاز را گاز متان و ۳۰ تا ۴۰ درصد آن را گاز دی‌اکسیدکربن تشکیل می‌دهد.

بیوگاز به میزان ۲۰ درصد سبک‌تر از هواست و درجه حرارت احتراق آن در دامنه ۶۵۰ تا ۷۵۰ درجه سانتی‌گراد است. بیوگاز بدون بو و رنگ است و شعله حاصل از آن آبی شفاف است. این خصوصیات شبیه گازهای مایع^۲ است.

میزان کالری حاصل از احتراق بیوگاز، معادل ۲۰ مگاژول به ازای هر مترمکعب است. بیوگاز بسیار خورنده است لذا به همین دلیل در سیستم موتورهای ژنراتور، باید مقدار زیادی روغن تعویض شود تا از فرسایش مکانیکی قطعات موتور کاسته شود. ترکیب حرارتی بیوگاز شامل ۶۰ درصد گاز طبیعی و ۲۵ درصد گاز پروپان است. ایجاد یک پوشش غیرهوازی در یک ناحیه می‌تواند در تولید و جمع‌آوری آن مؤثر واقع شود.

پلاستیک‌های نفوذ ناپذیر و انعطاف‌پذیر می‌توانند در جمع‌آوری بیوگاز ناشی از کود گاوهای شیری و کود خوک استفاده شود.

جدول ۳- ترکیب‌های موجود در گازهای زیستی

نوع ماده ^۱	علامت اختصاری ماده ^۲	درصد ^۳
متان	CH ₄	۷۰ تا ۵۰
گاز کربنیک	CO ₂	۴۰ تا ۳۰
هیدروژن	H ₂	۱۰ تا ۵
نیتروژن	N ₂	۲ تا ۱
بخار آب	H ₂ O	۰/۳
سولفید هیدروژن	H ₂ S	کمیاب

نحوه استقرار و مدیریت حوضچه‌های تولید اسلاری^۴

یک ماه و نیم قبل از شروع کار، کود آلی (گاوی) را در استخرهای بتنی (به ابعاد ۲/۱۹×۱۴/۲×۱/۴ متر) می‌ریزند و آب‌گیری می‌کنند. میزان در هم آمیختن مواد جامد و آب به میزان مساوی است و پس از مخلوط شدن کامل از مخمر به عنوان هضم کننده زیستی^۵ استفاده می‌شود و به منظور تخمیر بی‌هوازی در محوطه سرپسته قرار می‌گیرد. در این حالت شیرابه بالای آن اسلاری و رسوبات^۶ آن خوانده می‌شود.

اسلاری به عنوان مایع سوسپانسیون و یک بارور کننده آلی^۷ شناخته می‌شود. در واقع اسلاری به عنوان شیرابه حاصل از فرمانتاسیون باکتریایی مواد آلی است که در اثر تخمیر گازهای حاصل از فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی آن دفع شده است و فاقد گازهای مضر است. در این مرحله میزان درصد چربی، پروتئین، ازت، فسفر، خاکستر ماده آلی در قبل از زمان تخمیر و بعد از آن در ماده غنی‌ساز اسلاری باید اندازه‌گیری شود.

1- Substances

2- Symbol

3- Percentage

4- Slurry

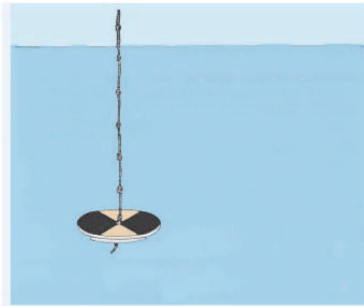
5- Bio digester

6- Drag

7- Organic fertilizer

مراحل مدیریت کوددهی

۱- ترکیب‌های غنی‌کننده (کودها) زمانی باید مورد استفاده قرار گیرد که میزان فیتوپلانکتون‌های درون استخر به اندازه کافی نباشد. سی‌شی دیسک^۱ یک ابزار مناسب برای اندازه‌گیری شکوفایی فیتوپلانکتون‌هاست (شکل ۱۲).



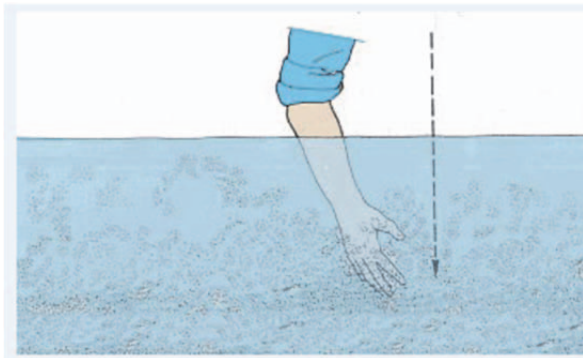
شکل ۱۲- استفاده از سی شی دیسک برای تعیین عمق شفافیت آب استخرهای پرورش ماهی

در صورتی که میزان عمق رویت سی‌شی دیسک بیش‌تر از ۱۸ سانتی‌متر در فصل بهار باشد، ترکیب‌های غنی‌کننده (کودها) باید به استخرهای پرورش ماهی اضافه شوند.

همچنین می‌توان از طریق فروبردن دست در آب به صورت تجربی به عمق شفافیت آب و ضرورت استفاده از کود پی برد. در این روش به جای استفاده از هر ابزار، دست را به صورت عمودی وارد آب استخرهای پرورش ماهی می‌کنند، در صورتی که امکان رویت سر دست در عمق آب نباشد و در عین حال مفصل آرنج

1- Secchi disk

دست همچنان در سطح آب باشد، می‌توان به صورت تجربی استنباط کرد که آب استخر مذکور احتیاج به کود دهی ندارد (شکل ۱۳).



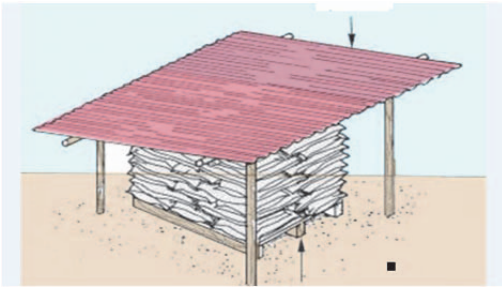
شکل ۱۳- استفاده از روش تجربی از دست برای تعیین عمق شفافیت آب استخرهای پرورش ماهی

همچنین از طریق اندازه‌گیری شاخص‌های شیمیایی کمی آب‌های استخرهای پرورش ماهی می‌توان به ضرورت استفاده از کوددهی پی برد. شاخص‌های شیمیایی کمی آب استخرهای پرورش ماهی فقیر از موادمغذی در جدول ۴ تدوین شده است.

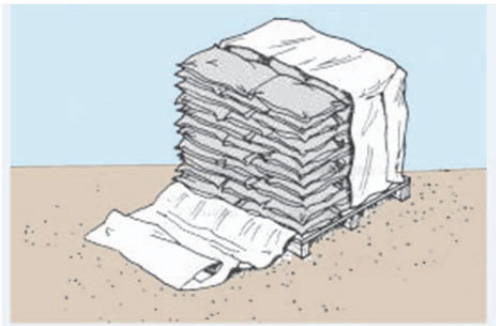
جدول ۴- شاخص‌های شیمیایی کمی آب استخرهای پرورش ماهی فقیر از مواد مغذی

میزان ماده شیمیایی (بر حسب میلی‌گرم در لیتر)	نوع ماده شیمیایی	ردیف
کم‌تر از ۰/۱	فسفات	۱
کم‌تر از ۲	نیترات	۲
کم‌تر از ۰/۱	پتاسیم	۳
کم‌تر از ۰/۱۵	کلسیم و منیزیم	۴

۲- کودهای معدنی در طول مدت نگهداری در سطح مزارع پرورش ماهیان گرمابی نباید در معرض رطوبت و یا بارندگی قرار گیرند. بنابراین لازم است کیسه‌های کود بر روی سکوی چوبی قرار گیرند و سپس سقف بر روی آنها قرار گیرد تا رطوبت به داخل کیسه‌ها نفوذ نکند (شکل ۱۴) و یا اینکه کیسه‌های کود درون پوشش‌های پلاستیکی و دور از هرگونه رطوبت نگهداری شوند (شکل ۱۵).



شکل ۱۴- شیوه نگهداری کود با استفاده از سقف به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت



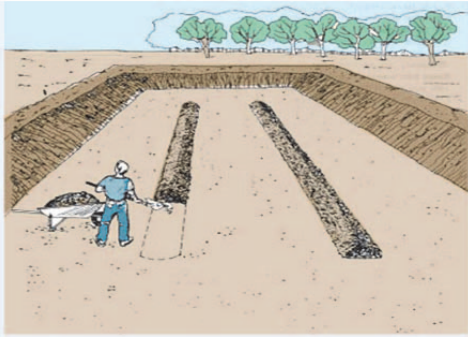
شکل ۱۵- شیوه نگهداری کود با استفاده از پوشش‌های پلاستیکی به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت

کودهای گرانوله نباید بر روی استخرها پخش شود بلکه باید ابتدا در ظرف ریخته شود سپس روی سطح استخرها به صورت مایع پاشیده شود.

۳- در مرحله آماده‌سازی استخرها، پرورش‌دهندگان از کود خشک استفاده می‌کنند. پس از تعیین مقدار کود مورد نیاز، این کود باید به صورت یکنواخت در سطح استخرهای پرورش ماهیان گرمابی بین ۳ تا ۵ تن پخش شود. پراکنده کردن کود پایه در تمام سطح کف استخرهای پرورش کپور ماهیان متداول نیست و بهتر است در صورتی که جریان آب استخر بعد از آبیگری قابل کنترل باشد، کود پایه به صورت کپه‌ای و در فواصل منظم انباشته شود (شکل ۱۶) و یا داخل دو ردیف منظم در کف استخرهای پرورش ماهی در مرحله آماده‌سازی ریخته شود (شکل ۱۷).



شکل ۱۶- پراکنده‌گی کود پایه به صورت کپه‌ای و در فواصل منظم



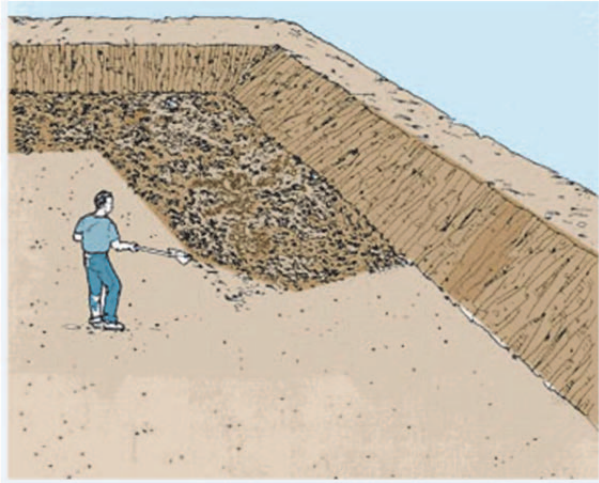
شکل ۱۷- پراکندگی کود پایه داخل دو ردیف منظم در کف استخرهای پرورش ماهی

در صورتی که جریان آب داخل استخرهای پرورش ماهی قابل کنترل نباشد و به عبارت دیگر میزان تعویض آب زیاد باشد، بهتر است برای حداکثر بهره‌وری از عملیات کوددهی، کود پایه به صورت کپه‌ای و در فواصل منظم در کنار دیوارهای جانبی استخر ریخته شود (شکل ۱۸).



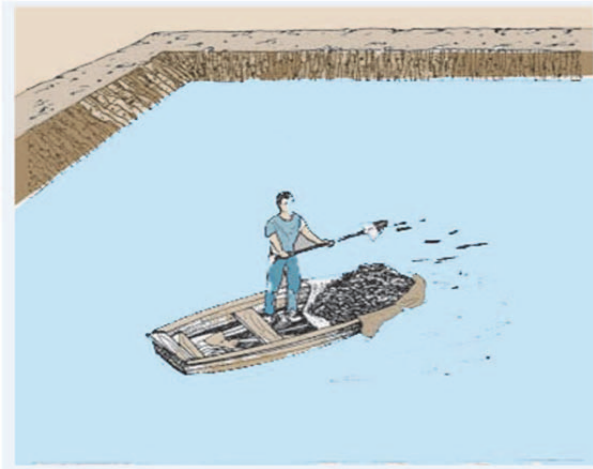
شکل ۱۸- پراکندگی کود پایه به صورت کپه‌ای و در فواصل منظم کف در کنار دیوارهای جانبی استخر پرورش ماهی

در صورتی که بافت خاک استخرهای پرورش ماهی تازه تأسیس، دارای بافت شنی باشد، به منظور حداکثر بهره‌وری از عملیات کوددهی لازم است که پراکنش کود پایه در تمامی روی سطح خاک انجام شود (شکل ۱۹).



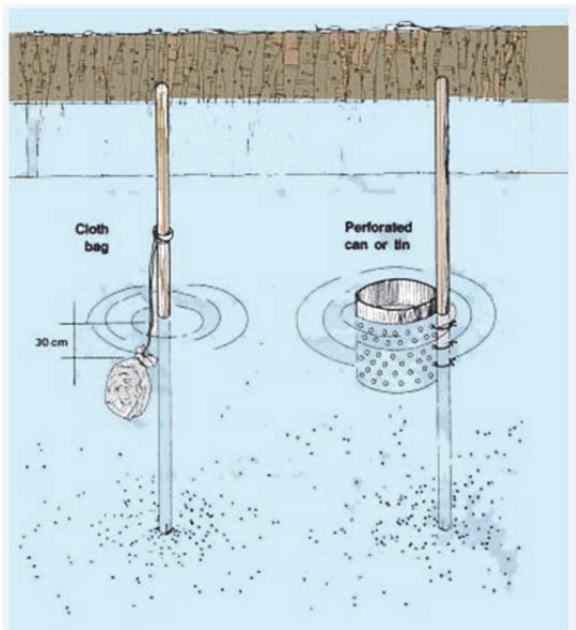
شکل ۱۹- پراکنش کود پایه در تمامی روی سطح خاک استخرهای شنی

در صورتی که عملیات ذخیره‌سازی ماهی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی انجام نشده باشد، می‌توانیم کودآلی خالص دامی را به وسیله قایق بر روی تمامی سطح آب استخرهای پرورشی بریزیم (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- پراکنش کود پایه در تمامی روی سطح آب در استخرهای پرورش ماهی
 ۴- روش‌های پخش کردن کودهای خشک معدنی، شامل سه روش است:

در روش اول لازم است ابتدا یک تیرک چوبی در کناره‌های استخرهای پرورش ماهی به صورت ثابت در بسترکف استخر به صورت محکم مستقر کنیم. سپس یک کیف کتانی به آن آویزان کنیم. به طوری که کیف حاوی کود معدنی در سی سانتی‌متری زیر سطح آب قرار گیرد. در این کیسه مقدار دز لازم کود را برای مدت هفت تا پانزده روز می‌ریزیم و مجدداً پس از طی شدن دوره مذکور و خالی شدن کیف، مانند دفعه قبل به آن کود اضافه می‌کنیم. به جای کیف می‌توانید از یک قوطی متخلخل و یا سبد نیز استفاده کرد (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- نصب تیرک چوبی برای پخش کردن کودهای معدنی در سطح استخرهای پرورش ماهی

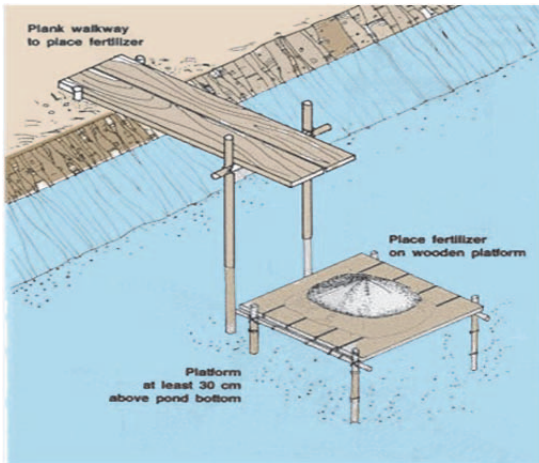
در روش دوم پخش کردن کودهای معدنی در سطح استخرهای پرورش ماهی از ظرف‌های شناور سوراخ‌دار استفاده می‌شود. به طوری که یک سبد بافته شده از الیاف گیاهی و یا ظرف پلاستیکی سوراخ‌دار در داخل تیوپ یک تایر جاسازی می‌کنیم. تایر را به وسیله یک طناب در کنار استخر ثابت می‌کنیم. جریان پخش کود به آب استخرهای پرورش ماهی مانند روش اول انجام می‌شود (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- ظروف سوراخ دار شناور برای پخش کردن کودهای معدنی در سطح استخرهای پرورش ماهی

در روش سوم پخش کردن کودهای معدنی در سطح استخرهای پرورش ماهی، یک سکوی چوبی در سی سانتی‌متری زیر سطح آب و یا یک سکوی چوبی مستغرق در کف استخرهای پرورش ماهی می‌گذاریم و در روی آنها دز مناسب کودهای معدنی را قرار می‌دهیم. برای دسترسی به محل استقرار کود، لازم است الوارهای بریده‌شده را در کناره استخر قرار دهیم. در این حالت احتمال جاروب شدن کودهای معدنی در اثر جریان‌های قوی آب وجود ندارد. جریان‌های مذکور می‌تواند منجر به باز شدن در ظرف حاوی کود معدنی که بر روی سکو قرار گرفته شده است بشود (شکل ۲۳).

مکان قرار گرفتن کود روی سکوی چوبی



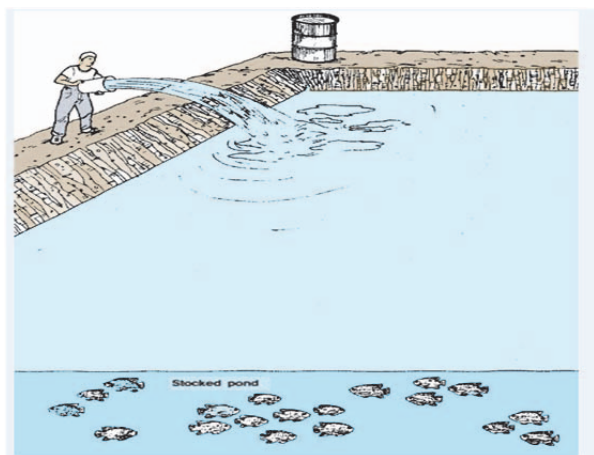
شکل ۲۳- سکوهای چوبی برای پخش کردن کودهای معدنی در سطح استخرهای پرورش ماهی (سکوی چوبی و پخش کننده کود در شکل مشاهده می‌شود).

۵- در مرحله پس از آبیگری بهتر است کود به صورت محلول و تدریجی به استخرها داده شود.

۶- دو هفته قبل از انتقال ماهی به استخرها، عمل کوددهی و آبیگری استخرها انجام می‌شود و روزانه ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم کود گاوی به صورت محلول در سطح استخرها پاشیده می‌شود.

برای مدیریت مطلوب کوددهی لازم است که کود داخل ظرف یا حوضچه آب ریخته شود و مایع به دست آمده (بدون تفاله) به استخرها داده شود. این مورد را بیش‌تر در استخرهای تخم‌ریزی و لارو اعمال می‌کنند که انجام آن پس از آبیگری استخر خواهد بود.

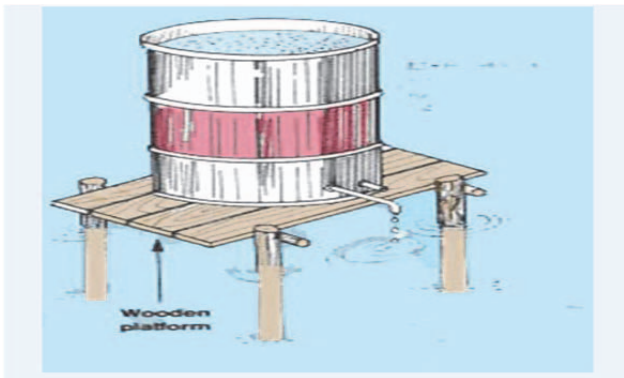
گاهی نیز به طور مستقیم از کود مایع استفاده می‌شود که به وسیله تانکر از دامداری‌ها یا مرغداری‌ها به استخر انتقال می‌یابد. استفاده از کود مایع پس از عملیات ذخیره‌سازی ماهی در استخرهای پرورش ماهی نیز پیشنهاد می‌شود (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- استفاده از کود مایع پس از عملیات ذخیره‌سازی ماهی در استخرهای پرورش ماهی

برای اینکه یک جریان ممتد کوددهی در سطح استخرهای پرورش ماهی داشته باشیم، می‌توان چند سکوی چوبی در سطح استخرهای مذکور مستقر کرد و بر روی هر یک از سکوها یک بشکه ۲۰۰ لیتری قرار داد. در ده سانتی‌متری بالای قاعده هر بشکه یک شیر آب تعبیه می‌شود. لازم است ۵ سکوی دارای بشکه را در هر هکتار از استخرهای پرورش ماهی مستقر کرد. در هر ظرف بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ لیتر آب ریخته می‌شود و مقدار

مناسب دز کود در آن حل می‌شود. با بازکردن شیر هر بشکه می‌توان جریان ممتد کوددهی را طی یک دوره زمانی خاص داشت (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- بشکه‌های فلزی دارای شیر آب برای ایجاد جریان ممتد کود دهی در استخرهای پرورش ماهی

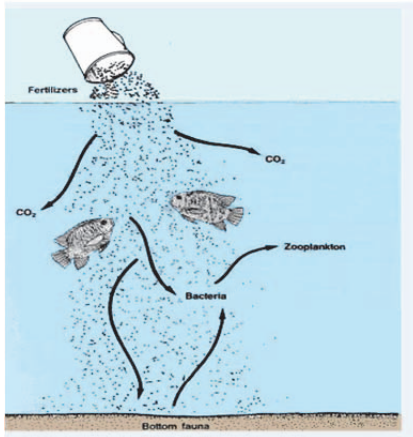
۷- برای دستیابی به بهترین راندمان استفاده از کودهای آلی، پیشنهاد می‌شود این کودها مستقیماً بر روی سطح آب استخرهای پرورش ماهی ریخته شود. این عمل نه تنها باعث فراوانی باکتری‌های سودمند می‌شود بلکه باعث افزایش سرعت تجزیه کودهای آلی نیز می‌شود. این کودها می‌توانند مستقیماً توسط پلانکتون‌های جانوری^۱ مصرف و باعث فراوانی جمعیت آنها شوند.

از آنجا که این موجودات جانوری مورد تغذیه برخی از ماهیان گرمابی قرار می‌گیرند، بنابراین افزایش جمعیت آنها باعث افزایش

1- Zooplankton

عملکرد پرورش ماهی در واحد سطح می‌شود. این کودها باعث بهبود بافت خاک بستر استخرهای خاکی می‌شود. از سوی دیگر در تقویت فون جانوری موجودات کفزی استخرهای پرورشی مؤثر است، به طوری که این کودها می‌توانند منجر به افزایش لارو شیرونومیدها^۱ در کف استخرهای مذکور شوند (شکل ۲۶).

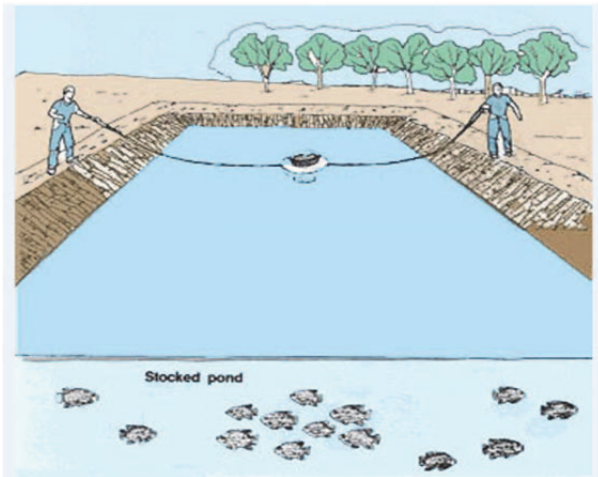
البته شکل استفاده از کودهای آلی معیابی نیز در بر دارد. این کودها در برخی موارد دارای کمبود مواد مغذی هستند. از سوی دیگر مصرف این کودها باعث کاهش ظرفیت اکسیژنی استخرهای پرورش ماهی نیز می‌شود، بنابراین در مواردی استفاده از این کودها منجر به نارضایتی صاحبان مزارع پرورش کپورماهیان می‌شود.



شکل ۲۶- استفاده مستقیم از کودهای آلی از طریق پخش آنها در سطح استخرهای پرورش ماهیان گرمابی

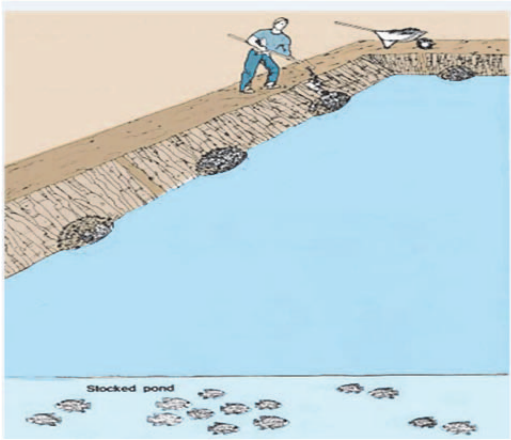
۸- برای اینکه از کودهای آلی جامد به صورت غیرمستقیم استفاده کنیم، می‌توان چند روش را در نظر گرفت:

در روش اول می‌توان از یک سبد شناور که در داخل یک تیوپ تایر ماشین جاسازی شده است استفاده کرد. مقدار کود مورد نیاز را در داخل سبد می‌ریزیم و سپس دو طناب به دو طرف سبد شناور می‌بندیم و در امتداد طول استخر حرکت می‌دهیم (شکل ۲۷). کود آلی بتدریج نرم و حل می‌شود و وارد جریان آب استخر می‌شود. بعد از اتمام کود، این عمل مجدداً تکرار می‌شود.



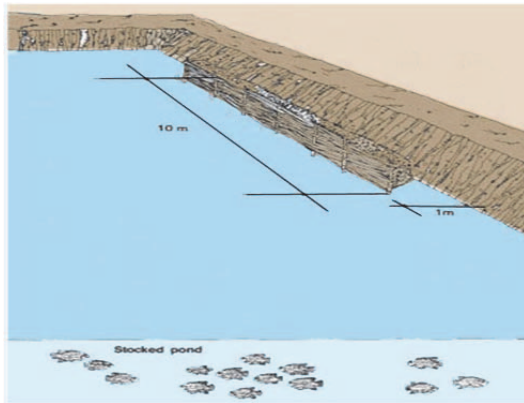
شکل ۲۷- استفاده غیرمستقیم از کودهای آلی با حرکت دادن سبد شناور در سطح استخرهای پرورش ماهیان گرمابی

در روش دوم استفاده غیرمستقیم از کودهای آلی جامد، می‌توان این کودها را به صورت کپه در کنار دیواره استخرهای پرورش ماهی و در فواصل منظم قرارداد (شکل ۲۸).



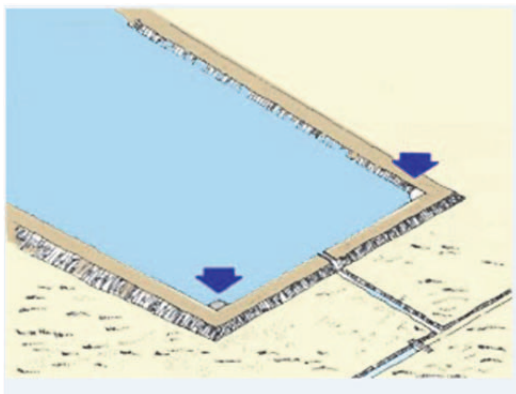
شکل ۲۸- استفاده غیرمستقیم از کودهای آلی از طریق کیسه‌های انباشته منظم در کنار دیوار استخرهای پرورش ماهیان گرمابی

در روش سوم استفاده غیرمستقیم از کودهای آلی جامد، می‌توان یک آخوره نگهداری کود در نزدیک یک آب‌بند در کنار دیواره عرضی استخرهای پرورش ماهی ایجاد کرد (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- استفاده غیرمستقیم از کودهای آلی از طریق ساخت آخوره نگهداری کود نزدیک یک آب‌بند در کنار دیواره عرضی استخرهای پرورش ماهی

در روش چهارم استفاده غیرمستقیم از کودهای آلی جامد، می‌توان دو آخوره کوچک در دو نقطه کم عمق در گوشه‌های استخرهای پرورش ماهیان گرمابی ایجاد کرد (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- استفاده غیرمستقیم از کودهای آلی از طریق ساخت دو آخوره کوچک واقع در دو نقطه کم عمق در گوشه‌های استخرهای پرورش ماهی

۹- در سال اول پرورش در استخرهایی که از کود سبز استفاده می‌شود، یونجه و شبدر روئیده شده به عنوان کودسبز (بدون آنکه از کف استخر درو شوند) در کف استخر باقی مانده و عملیات آبگیری استخرها انجام می‌شود. پس از متلاشی شدن یونجه و شبدر با ایجاد شرایط مساعد از لحاظ اکسیژنی، نسبت به ماهی‌دار کردن استخر اقدام می‌شود. این حالت به طور معمول ۱۰ تا ۱۲ روز پس از آبگیری استخرها اتفاق می‌افتد.

۱۰- همان‌طور که در جدول زیر مشاهده می‌شود، کود اردک و مرغ از سایر کودهای حیوانی از نظر کلسیم (Ca)، پتاسیم (K)، فسفر (P) و ازت (N) که همگی عناصر حیاتی و بیوژن هستند، غنی‌تر است و در زمان مصرف در اولویت قرار می‌گیرند. کودهای حیوانی از این نظر نسبت به کودهای معدنی برتری دارند زیرا همه عناصر بیوژن را به طور همزمان دارند و از طرفی ارزان و بسادگی تهیه می‌شوند.

مقدار تقریبی مواد موجود در ۱۰۰ کیلوگرم کودهای حیوانی در جدول ۵ آورده شده که راهنمای خوبی برای مصرف کودها در استخرهاست.

جدول ۵- مقدار تقریبی مواد موجود (برحسب کیلوگرم) در ۱۰۰ کیلوگرم کودهای حیوانی

گوسفندی	خرگوش	غاز	اردک	مرغی	گاوی	نوع کود مواد تشکیل دهنده
۷۵	۷۴	۷۷	۵۷	۵۶	۷۷	آب
۱۸	۲۰	۱۴	۲۶	۲۶	۲۰	مواد آلی
۷	۶	۹	۱۷	۱۸	۳	مواد غیر آلی
۷/۵	۹	۶/۵	۱۲	۱۱/۵	۸/۵	ترکیبات کربن (C)
۰/۴	۰/۸	۱/۶	۱	۱/۶	۰/۴	ترکیبات ازت (N)
۰/۲۵	۰/۲	۰/۴	۱/۴	۱/۵	۰/۳	فسفات (P ₂ O ₅)
۰/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۶	۰/۹	۰/۵	ترکیبات پتاسیم (K)
۰/۳	۰/۳	۰/۴	۱/۸	۲/۴	۰/۳	ترکیبات کلسیم (Ca)
-	-	۱/۴	۲/۸	۳/۵	۰/۸	سایر موارد

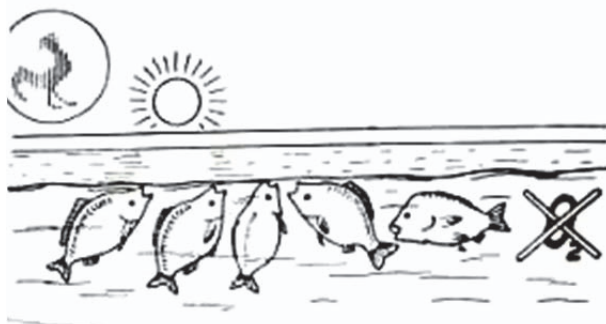
علاوه بر استفاده از کودهای دامی و کودهای شیمیایی به صورت جداگانه برای آماده‌سازی استخرها، می‌توان از هر دو نوع کود نیز به عنوان کود پایه استفاده کرد. از کودهای دامی در هنگام خشک بودن استخر و از کودهای شیمیایی پس از آبیاری به صورت محلول استفاده می‌شود. در این صورت کود دامی را کم‌تر داده و با کود شیمیایی میزان باروری استخر را به حد مطلوب می‌رسانیم.

۱۱- استفاده بیش از حد از کودهای آلی موجب تجمع کود و کاهش شرایط هوازی در کف استخر و باعث تشکیل گاز متان می‌شود که یک ماده سمی برای ماهی و سایر موجودات آبی است. بنابراین استفاده از کودهای تخمیر شده گاوی^۱ ارجحیت دارد.

1- Fermented Cow Dung

۱۲- کودهای آلی را باید با احتیاط کامل و به میزان کم مصرف کرد زیرا بویژه در ساعات‌های اولیه صبح و در آب و هوای گرم، باعث کاهش اکسیژن محلول در آب می‌شود و سلامتی ماهیان را به خطر می‌اندازد (شکل ۳۱).

نقصان میزان اکسیژن محلول در آب و اضافه کردن کودهای آلی باعث تلفات سنگین در گله ماهیان می‌شود، به همین دلیل پیشنهاد می‌شود که تا حد امکان کوددهی به صورت روزانه و در غیر این صورت در فواصل زمانی کوتاه انجام شود تا حجم کود مصرفی در حد بالایی نباشد.



شکل ۳۱- نقصان میزان اکسیژن محلول در ساعات اولیه روز در آب استخرهای پرورش ماهی

۱۳- اگر آب و خاک دارای pH خنثی یا کمی قلیایی باشد، عمل جذب کود بهتر انجام می‌شود ولی در خاک‌های اسیدی، قابلیت جذب کم‌تر است. بنابراین اگر خاک و آب اسیدی است، قبل از کوددهی باید آهک بزنیم و پس از چند روز عملیات کوددهی انجام شود.

۱۴- در نواحی گرمسیری مانند جنوب ایران اگر در استخرهای پرورش ماهی کوددهی انجام نگیرد، با فتوسنتز شدید مواد آلی و معدنی به سرعت مصرف می‌شوند و استخر فقیر می‌شود. بنابراین در این گونه نواحی کوددهی باید به صورت منظم انجام شود.

۱۵- نوع کودهای دامی و مقدار مصرف آنها در نواحی مختلف و همچنین در استخرهای مختلف یک منطقه متفاوت است، بنابر این کوددهی باید با هماهنگی و تحت نظر آزمایشگاه و انجام آزمایش آب انجام شود تا از خطرات احتمالی و زیان‌های اقتصادی جلوگیری شود.

۱۶- کودهای فسفاته را نباید به صورت خشک در استخرهای پرورش ماهی پاشید بلکه باید آن را به صورت محلول در آورد و به وسیله پمپ در سطح استخرها پاشید.

۱۷- هیچ وقت نباید کودهای فسفاته را همراه با کودهای کلسیم‌دار به صورت هم‌زمان به استخر بدهیم زیرا با هم ترکیب می‌شود و به صورت رسوب در می‌آید و از دسترس گیاه خارج می‌شود.

۱۸- بسیاری از جلبک‌های سبز آبی، ازت زیادی را در خود تثبیت می‌کنند، بنابراین نباید از این کودها به مقدار زیاد استفاده کرد. کودهای ازته را بیش‌تر در استخرهای جدید که فاقد لجن و فقیر هستند به کار می‌برند. میزان ماده فعال نیتروژن باید ۲ میلی‌گرم در لیتر باشد. برای حفظ تعادل این مقدار ازت در استخر، باید آزمایش آب به عمل آید و در صورت نیاز نسبت به کوددهی استخر اقدام شود.

۱۹- از کودهای سولفات آمونیم، بیش‌تر در استخرهایی که دارای pH بالا هستند استفاده می‌شود زیرا باعث کاهش pH آب استخر می‌شود. مقدار ماده فعال این کود از ۰/۵ تا ۲۱ درصد است. ۲۰- کودهای پتاسیم نیز برای رشد ماهی بسیار ضروری است. این کودها در استخرهایی که از نظر میزان پتاسیم خیلی فقیر هستند (مانند استخرهای احداث شده در زمین‌های ماسه‌ای، شوره‌زار و باتلاقی) استفاده می‌شود. از کودهای پتاسیم‌دار می‌توان کلرید پتاسیم با ۵۴ تا ۵۷/۸ درصد پتاسیم خالص و سولفات پتاسیم با ۴۲ درصد تا ۵۲/۷ درصد پتاسیم خالص را نام برد.

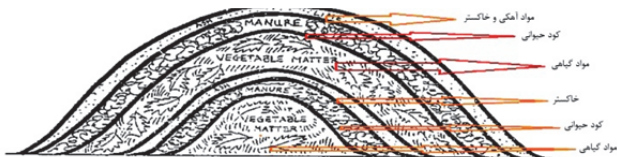
کودهای پتاسیم به دلیل نیاز کم در استخرهای احداث شده در ایران، کارایی ندارند و کم‌تر به آن توجه شده است.

۲۱- در هنگام تولید کودهای تخمیر شده^۱ مواد وارد شده در سیستم تولید بیوگاز و اسلاری، غالباً باید مواد کم ارزش باشد که به سهولت در دسترس باشد و استفاده از مواد آلی گران قیمت مقرون به صرفه نیست. استفاده از مواد ارزان قیمت باعث شده است که هزینه‌های زیست محیطی جهت حذف آنان در طبیعت (که عمدتاً گران قیمت بوده) تقلیل یابد و از سوی دیگر منفعت اقتصادی صاحبان مزارع پرورش ماهیان گرمابی را در بردارد.

۲۲- در طول نگهداری کود در مخازن هاضم به منظور تولید بیوگاز و اسلاری، لازم است شرایط نگهداری کود کاملاً بی‌هوازی باشد. بنابراین لازم است کلیه راه‌های نفوذ هوا به داخل مخازن مذکور مسدود شود.

۲۳- بیش‌ترین میزان استفاده مجاز از کودهای آلی در اقلیم‌های مناطق سردسیر و معتدل^۱ به میزان ۶۰ کیلوگرم ماده خشک در هکتار در روز و یا ۰/۶ کیلوگرم ماده خشک در ۱۰۰ مترمربع در روز است. این مقدار برای اقلیم‌های مناطق گرمسیری و نواحی استوایی^۲ به میزان ۱۲۰ کیلوگرم ماده خشک در هکتار در روز و یا ۱/۲ کیلوگرم ماده خشک در ۱۰۰ مترمربع در روز است.

۲۴- کود کمپوست در واقع بازیافت مواد از دست رفته گیاهی است. به منظور تولید کودهای کمپوست، استفاده از شرایط هوایی ضروری است زیرا فقط در حضور اکسیژن فرایند تجزیه به سرعت و به صورت کامل انجام می‌شود. بنابراین هرگونه فشار ناشی از وزن طبقات مواد انباشته برای تولید کمپوست نباید منجر به تولید شرایط بی‌هوایی شود. حفاظت فیزیکی سیستم تولید کمپوست در برابر نفوذ باران و نور مستقیم خورشید ضروری است (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- تولید کمپوست

-
- 1- Cooler and temperate
 - 2- Warmer and tropical climates

منابع

- قیاسی، م. پورغلام، ر. نصراله زاده، ح.، زاهدی، آ. و بینایی، م. ۱۳۹۲. مقایسه فلور میکروبی و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در استخر پرورش کپور ماهیان کوددهی شده با شیرآبه کود گاوی و کود شیمیایی. نشریه توسعه آبرزی پروری، سال هفتم، شماره چهارم. ۶۷-۷۶.
- Abbas, S., Ahmed, I., Akhtar, P., 2004. Effect of different levels of poultry droppings on the growth performance of major Carps. Pakistan Veterinary.
- Alexander, M. 1961 Introduction to Soil Microbiology. John Wiley Sons, Inc. pp227-231 Journal, 24(3), pp. 139- 143.
- Karki, A. B. and K. Dixit (1984) Biogas Fieldbook. Sahayogi Press and K. Dixit, Kathmandu, Nepal.
- Knud-Hansen, C.F., 1998. Pond Fertilization: Ecological Approach and Practical Application. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program. Oregon State University, Corvallis, OR, USA, 125 p.
- Lagrange, B. (1979) Biomthane 2: Principles-Techniques Utilization EDISUD, La, La, Caiade, 13100.
- Manlik, T. K. (1990) Diffusion of Biogas Technology: Strategi and Policy International Conference on Biogas Technologies and Implementation Strategy Report. GTZ/BORDA
- Pourgholam, R. Nasrollahzadeh Saravi, H., Saeedi, A.A., Makhlogh, A., Vahedi, F., Rostamian, M.T. 2013. Study on chemical and organic (cow manure) fertilizers on biotic and abiotic of warm water fish ponds in mazandaran province, Journal of Aquaculture Development, Vol. 7, NO. 3:11-22.

- Sabir Ali, S.K., Sasmal, S., Chair, M.S., Das, S., 2007. Effect of cattle urine on the population growth of Rotifer (*Brachionus calyciflorus*). *Journal of Agriculture*, 12, pp. 64-68.
- Santhianathan, M.A. (1975) *Biogas Achievements and Challenges*. Association of Voluntary Agencies of Rural Development, New Delhi, India.
- Uddin, N., Al-Harbi, A.H., 2012. Bacterial flora of polycultured Common Carp (*Cyprinus carpio*) and African Catfish (*Clarias gariepinus*). *International Aquatic Research*, 4, pp. 10-18.
- Vijayaraghavan, K., Ahmad, D., Bin Ibrahim M.K., Binti Herman, H.N., 2006. Isolation of hydrogen generating microflora from Cow dung for seeding anaerobic digester, *International Journal of Hydrogen Energy*, 31(6), pp. 708-720.
- Yadava, L.S. and P.R. Hesse (1981). *The development and use of biogas technology in rural areas of Asia (A status report 1981)*. Improving soil fertility through organic recycling, FAO/UNDP Regional Project RAS/75 004, Project field Document No. 10.