Food and Agriculture Organization of the United Nations

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان دستنامه فنی:

برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران

مبتنی بر برنامه همکاری تخصصی(TCP) دفتر فائو

با عنوان بهبود ژنتیکی ماهی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران

TCP/IRA/3602

تألیف:

سازمان خوارو بار و کشاورزی ملل متحد (فائو)

مترجمان:

حسینعلی عبدالحی، مریم نفری یزدی

شماره ثبت: ۶۰۵۱۰

تاریخ ثبت: ۱۴۰۰/۸/۱۱

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی

مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – سازمان شیلات ایران

عنوان دستنامه فنی: برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران

تألیف: سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (فائو)

مترجمان: حسینعلی عبدالحی، مریم نفری یزدی

همکار: رقیه محمودی

سازمان همکار: سازمان شیلات ایران

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار : سال ۱۴۰۰

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

مقدمه سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (فائو) ۸
مقدمه مولفین برنامه اصلاح نژاد ۸
چکیده ۹
پیشگفتار ۱۱
شناسنامه پروژه ۱۲
۱- آغاز طرح ۱۳
۱-۱- خلاصه برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلا ۱۳
۱-۲-مقدمه سند برنامه ۱۵
۱-۳-ایجاد جمعیت پایه ۱۵
۱-۴-اهداف اصلاح نژاد ۱۸
۱-۵- روش های بهگزینی ۲۰
۱-۵-۱- بهگزینی فردی (فنوتیپی یا توده ای) ۲۰
۱-۵-۲- انتخاب خانواده های خویشاوند تنی ۲۰
۱-۵-۳- انتخاب ترکیبی ۲۱
۱-۵-۴- انتخاب به کمک نشانگر و انتخاب ژنومیک ۲۱
۱-۶- اثر متقابل محیط با ژنوتیپ (GxE) ۲۱
۱-۷- طول فاصله نسل ۲۲
۱-۸-تجهیزات تست مواجهه سازی با عامل بیماری زا ۲۶
۱-۹- توسعه تراشه های پلی مورفیسم تک نوکلئوتیدی به منظور بهگزینی به کمک نشانگرها و ژنومیک ۲۷
۱-۱۰- طراحی دو هسته اصلاح نژاد ۲۷
۱-۱۰-۱- پرورش خانواده ها در مخازن مجزا تا مرحله نشانه گذاری ۲۷
۱-۱۰-۲- دو هسته اصلاح نژاد جداگانه و همکار ۲۹
۱-۱۰-۳- طراحی آمیزش ۲۹
۱-۱۰-۴- پرورش خانواده ها تا زمان نشانه گذاری ۳۰
۱-۱۰-۵- نشانه گذاری ماهیان آزمایشی و کاندیداهای اصلاح نژاد ۳۰
۱-۱۰-۶- پرورش ماهیان آزمایشی و ثبت اطلاعات صفات ۳۲
۱-۱۰-۷- پرورش کاندیداهای اصلاح نژاد و ثبت اطلاعات صفات ۳۲
۱-۱۰-۸- پیش انتخاب کاندیداهای اصلاح نژادی ۳۳
۱-۱۰-۹- پیش بینی ارزش اصلاحی ۳۳

۱-۱۰-۱۰- کنترل نرخ همخونی ۳۳
۱-۱۰-۱۱- انجماد اسپرم ۳۴
۱-۱۱- برنامه زمانی و کاری - با فرض فاصله تناوب نسلی دو ساله ۳۴
۱-۱۲- انتشار بهره ژنتیکی ۳۶
۱-۱۳- ذخیره سازی امن داده ها در پایگاه اطلاعاتی ۳۷
۱-۱۴- ایجاد دانش ۳۷
۱-۱۵- تعداد نیروی انسانی مورد نیاز در هر هسته اصلاح نژاد ۳۸
۲- برنامه های تخصصی هسته های اصلاح نژاد ۳۹
۲-۱- مقدمه ۳۹
۲-۲- مرکز کلاردشت ۳۹
۲-۳- مرکز یاسوج ۵۰
پیوست ۱: اهداف اصلاح نژاد ۵۹
۳- گزارش مبسوط از اجرای پروژه بهبود ژنتیکی ماهی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران (TCP/IRA/3602) با همکاری فائو ۶۹
۳-۱- بازدید مشاوران نروژی از وضعیت موجود تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا در ایران ۶۹
۳-۲-برگزاری دوره آموزشی مجازی با موضوع اصلاح نژاد آبزیان ۷۱
۳-۳-برگزاری تور آموزشی بازدید از توانمندی های اصلاح نژاد آزاد ماهیان کشور نروژ ۷۳
۳-۳-۱-کارگاه آموزشی با اساتید شرکت Nofima، در شهر اسلو(۱۳ نوامبر۲۰۱۷) ۷۴
۳-۳-۲- جلسه با مدیران شرکت Lerøy، در شهر برگن ۷۴
۳-۳-۳-بازدید از مزرعه Pre Line شرکت Leroy ، در شهر برگن ۷۵
۳-۳-۴- بازدید از مرکز اصلاح نژاد Salmo Breed ۷۵
۳-۳-۵-بازدید از مرکز تکثیر شرکت Marine Harvest، در شهر برگن ۷۷
۳-۳-۶- بازدید از مرکز تکثیر شرکت AquaGen، در روستای Kyrksaterora ۷۸
۳-۳-۷- بازدید از مرکز تحقیقات آبزی پروری Nofimaدر شهر Sunndalsøra ۸۰
۳-۳-۸- جلسه و ملاقات با اساتید برجسته اصلاح نژاد ماهی شرکت Akvaforsk (شهر Sunndalsøra) ۸۲
۳-۳-۹- جلسه و ملاقات با مدیر شرکت ryogenetics، (شهر Hamar) ۸۳
۳-۳-۱۰- بازدید و کارگاه آموزشی در زمینه اصلاح نژاد ماهی و غذای آبزیان، شرکت Nofima (شهر Ås)... ۸۳
۳-۳-۱۱- دستاورد های مهم سفر ۸۴
۳-۴-آنالیز واریانس ژنتیکی جمعیت های موجود در کشور و برگزاری کارگاه آموزشی ۸۴
۳-۵- خرید تجهیزات نرم افزاری و سخت افزاری ثبت اطلاعات و نشانه گذاری ماهی ۸۶
۳-۶- تور آموزشی بازدید از توانمندی های کشور ترکیه در زمینه اصلاح نژاد ۸۶
چکیده انگلیسی ۹۰

عنوان	« فهرست جداول»	صفحه

جدول ۱- تعداد، منشا و سن ماهیان منتقل شده به مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن ۱۶
جدول ۲-ساختار نسل ها و رده ی سنی یک ساله برای فاصله نسل دو و سه ساله ۲۲
جدول ۳- تعداد ماهیانی که در هر خانواده و مجموعا در هر دو هسته اصلاح نژادی نشانه گذاری می شوند ۳۱
جدول۴- برنامه زمانی و کاری با فرض فاصله تناوب نسلی دو ساله ۳۵
جدول ۵ - منابع آبی در مرکز کلاردشت ۴۰
جدول ۶-محاسبه آب مورد نیاز برای فعالیت های مختلف مرکز اصلاح نژاد کلاردشت ۴۱
جدول ۷ – تخمین دبی و دمای منابع آبی مرکز یاسوج ۵۰
جدول ۸ -سرفصل ها و مدرسین دوره آموزشی مجازی مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری ۷۲
جدول ۹- خلاصه اقدامات انجام شده پروژه بهبود ژنتیکی قزل آلا در جمهوری اسلامی ایران ۸۸

عنوان	« فهرست اشکال»	صفحه

شکل ۱-میانگین وزن بدن ماهیان قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در تنکابن (منتخب ۶ مزرعه) ۱۷
شکل ۲ - میانگین ضریب رشد حرارتی ماهیان قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در تنکابن (منتخب ۶ مزرعه) ۱۷
شکل ۳- مراحل مهم برای جمعیت هسته اصلاح نژادی با فاصله نسل دو ساله (شکل بالا) و فاصله نسل سه ساله (شکل پایین).PM = نر نابالغ، ESM = ماهی های با بلوغ جنسی زود رس ، NSM = ماهی های با بلوغ جنسی طبیعی. ۲۳
شکل ۴- منحنی رشد برای یک نژاد ایرانی قزل آلای رنگین کمان بر اساس مقادیر متوسط از چندین مزرعه خصوصی در استان فارس ۲۴
شکل ۵- منحنی رشد برای یک نژاد فرانسوی ماهی قزل آلای رنگین کمان در یک مزرعه خصوصی در استان همدان ۲۵
شکل ۶- رشد سه نژاد قزل آلای رنگین کمان با منشا متفاوت ۲۵
شکل ۷ - روند انتقال ماهیان سنین مختلف بین واحدهای گوناگون هسته اصلاح نژادی و همچنین از هسته اصلاح نژادی به واحدهای تکثیر ماهی قزل آلا ۲۸
شکل ۸- طرح جدید پیشنهادی مرکز اصلاح نژاد کلاردشت ۴۲
شکل ۹- نقشه لوله گذاری برای طرح پیشنهادی جدید مرکز اصلاح نژاد کلاردشت ۴۹
شکل ۱۰ - طرح پیشنهادی مرکز اصلاح نژاد یاسوج ۵۲
شکل ۱۱ - نقشه لوله گذاری برای طرح جدید پیشنهادی مرکز اصلاح نژاد یاسوج ۵۷
شکل ۱ پیوست: وقایع مهم برای جمعیت هسته اصلاح نژاد با تناوب نسلی دو ساله (بالا) و سه ساله (پایین) ۶۳

عنوان	« فهرست تصاویر»	صفحه

تصویر ۱ - برگزاری جلسه و کارگاه آموزشی با حضور مشاورین نروژی در محل سازمان شیلات ایران ۷۰
تصویر ۲- مشاورین نروژی در حال بررسی منابع آبی مرکز کلاردشت ۷۰
تصویر ۳- مشاورین نروژی در حال بررسی نقشه ی اجرایی مرکز کلاردشت ۷۱
تصویر ۴- نمایی از صفحه بارگذاری فیلم های دوره آموزشی مجازی مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری ۷۲
تصویر ۵ - نمونه گواهینامه اعطا شده به فراگیران برتر دوره آموزشی ۷۳
تصویر ۶ - آقای دکتر مورتن رای سخنران کارگاه آموزشی ۷۴
تصویر ۷– نمایی از سیستم Pre line ۷۵
تصویر ۸ -مزرعه Pre Line شرکت Leroy ۷۵
تصویر ۹ – انکوباسیون های شرکت سالمو برید ۷۶
تصویر ۱۰ - سالن مخازن نگهداری بچه ماهی تا وزن ۱۰-۱۲ گرم (قبل از نشانه گذاری) و دستگاه غذاده اتوماتیک مورد استفاده ۷۶
تصویر ۱۱ - میز کار ثبت اطلاعات زیست سنجی و نشانه گذاری ماهی شامل سوزن تزریق تگ ، ترازوی دیجیتال و ثبت اطلاعات ماهی در نرم افزار ۷۶
تصویر ۱۲ - مخازن نگهداری ماهیان پرواری ۷۷
تصویر ۱۳ - مرکز تکثیر شرکت مارین هاروست ۷۸
تصویر ۱۴ - ربات انجام دهنده مراحل لقاح بدون هیچگونه دخالت انسانی ۷۸
تصویر ۱۵ - انکوباتورهای مختلف در مرکز آکواژن ۷۹
تصویر ۱۶- دستگاه شمارش گر تخم ماهی ۸۰
تصویر ۱۷- اطاق کنترل بخش های مختلف سیستم مداربسته ۸۱
تصویر ۱۸- نمای دستگاه درام فیلتر مورد استفاده در سیستم مداربسته ۸۱
تصویر ۱۹- سالن های تحقیقاتی شرکت نوفیما ۸۲
تصویر ۲۰ - آزمایشگاه های تخصصی شرکت نوفیما در شهر اس ۸۴
تصویر ۲۱ - کارگاه آموزشی بین المللی ژنتیک و اصلاح نژاد آبزیان در مرکز تحقیقات تنکابن ۸۵
تصویر ۲۲ - تجهیزات خریداری شده مراکز کلاردشت و یاسوج به منظور نشانه گذاری و ثبت اطلاعات ماهی ۸۶
تصویر ۲۳ - تور آموزشی بازدید از توانمندی های کشور ترکیه در زمینه اصلاح نژاد ۸۷

مقدمه سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (فائو)

اسامی مورد استفاده و مطالب ارائه شده در این سند به معنای ابراز عقاید سازمان خوار و بار جهانی در مورد وضعیت حقوقی هر کشور، قلمرو، شهر، منطقه یا مناطق آن و یا در مورد تعیین مرزها یا مرزهای آن نیست. نویسندگان، آقایان بیارنه یارنه و اولا سوین مشاوران بین المللی سازمان خوار و بار جهانی، قدردان همه کسانی که با تهیه اطلاعات، مشاوره، امکانات و ویرایش فنی در تهیه این گزارش کمک کردند، می باشند همچنین از سازمان شیلات ایران (IFO)، به ویژه آقای دکتر حسینعلی عبدالحی (معاون توسعه آبزی پروری) و خانم دکتر مریم نفری یزدی (رئیس گروه برنامه ریزی تولید آبزیان)، آقای دکتر حیدر فرسوی، سرپرست فنی و آقای علی شهنیان، مسئول عملیات پروژه و آقای ریچارد کرنر ویراستار انگلیسی تشکر و قدردانی می گردد.

مقدمه مولفین برنامه اصلاح نژاد

این پیش نویس نهایی برنامه ملی اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در جمهوری اسلامی ایران است. این طرح با توجه به صفاتی که باید در اهداف برنامه اصلاح نژاد در نظر گرفته شود، طراحی هسته های اصلاح نژاد، تکنولوژی های مورد نیاز برای توسعه یک برنامه اصلاح نژاد کارآمد و تولید دانش لازم ارائه شده و در بلند مدت و بدون حمایت سایر کشورها پایدار است. لازم است که این طرح اصلاح نژاد با توجه به نتایج و تجربیات حاصله به طور منظم (حداقل سالانه) بروزرسانی گردد و همچنین هر پنج سال یکبار یک بازنگری اساسی برای استفاده از تکنولوژی های جدید و تحولات در زمینه ژنتیک کمی و ژنومیک در دنیا صورت پذیرد.، این طرح توسط فائو پشتیبانی شده و براساس آمار و اطلاعات ارائه شده (به عنوان مثال داده های مربوط به رشد و دما) از سوی سازمان شیلات ایران (IFO) و سازمان تحقیقات علوم شیلاتی کشور (IFRO) توسط مشاوران بین المللی فائو در آگوست ۲۰۱۷ و فوریه ۲۰۱۸ تنظیم شده است.

چکیده

پروژه بهبود ژنتیکی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران با کد بین المللی TCP/IRA/3602 با همکاری دفتر فائو در تاریخ ۱۵ نوامبر سال ۲۰۱۶ با هدف فراهم کردن زمینه تولید سویه قزل آلای اصلاح نژاد شده در کشور شروع و در تاریخ ۱۵ آبان ماه ۱۳۹۵ شمسی مصادف با ۲۰۱۶/۱۱/۲ به امضاء آقای دکتر حسن صالحی ریاست وقت سازمان شیلات و آقای Serge Nakousi نماینده وقت دفتر فائو در جمهوری اسلامی ایران رسید.

مدت اجرای پروژه دو سال پیش بینی و به مدت یکسال تمدید گردید. خاتمه پروژه در مورخ ۱۰ دی ماه ۱۳۹۸ یا ۳۱ دسامبر ۲۰۱۹، اعلام گردید. تیم مدیریتی پروژه عبارت بودند از : آقای دکتر حسن صالحی با عنوان NPD پروژه (National Project Director)، آقای دکتر حسینعلی عبدالحی با عنوان NPC پروژه (National Project Coordinator)، آقای دکتر حیدر فرسوی (Dr.Haydar Fersoy) با عنوان LTO پروژه (Lead Technical Officer)، آقای دکتر بیارنه یارنه (Dr.Bjarne Gjerde) با عنوان IC پروژه (International Consultant) ، آقای اولا سوین (Mr. Ola Sveen) با عنوانIC پروژه (International Consultant) و آقای علی شهنیان از دفتر فائو با عنوان POO (Project Operations Officer).

پس از امضاء سند همکاری، برنامه کاری پروژه مطابق با اهداف و اعتبارات پیش بینی شده در سند برنامه توسط تیم کارشناسی سازمان شیلات ایران و دفتر فائو تهیه گردید. این برنامه کاری در تاریخ ۱۲ بهمن ماه ۱۳۹۵در کارگاه افتتاحیه پروژه (Inception workshop) با حضور آقای دکتر حیدر فرسوی (LTO)، مدیر تخصصی پروژه تایید نهایی شد. در این پروژه به منظور فراهم سازی اجرای برنامه اصلاح نژاد قزل آلای رنگین کمان در کشور، اقدامات مهمی صورت پذیرفت که در ادامه بحث خواهند شد و سرآمد آنها ارائه برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان در کشور ایران بوده است. کتاب حاضر مشتمل بر سه بخش است که در بخش نخست اصول کلی برنامه اصلاح نژاد ارائه خواهد شد. در ادامه، اقدامات اجرایی مورد نیاز در دو مرکز اصلاح نژاد[1] کلاردشت و یاسوج در بخش دوم و در نهایت گزارش اقدامات انجام شده پروژه در بخش سوم ارائه خواهد شد. در طی این پروژه، دوره ها و کارگاه های آموزشی متعددی اجرا شده است که مهمترین آنها، آموزش مجازی برای یکصد نفر از کارشناسان بخش های شیلات ایران، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و بخش خصوصی با موضوع مبانی اصلاح نژاد بود. همچنین تورهای آموزشی در قالب بازدید از توانمندی های کشور نروژ و ترکیه بوده است که در بخش پایانی گزارش آن لحاظ گردیده است.

دستاورد بزرگ این پروژه ارائه برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان در کشور ایران توسط مشاورانی از کشور نروژ بوده است که در آن مبانی و استراتژی اصلاح نژاد، مهم ترین و اقتصادی ترین صفاتی که لازم است به عنوان هدف در برنامه اصلاح نژادی ماهی قزل آلا مد نظر قرار گیرند، چگونگی طراحی دو مرکز

[1] Breeding Nucleus

اصلاح نژاد کلاردشت و یاسوج، با توجه به شرایط و امکانات این دو مرکز، تجهیزات مورد نیاز و نقشه طراحی جدید این دو مرکز ارائه شده است. از دیگر اقدامات اجرایی این پروژه، تعیین واریانس ژنتیکی جمعیت پایه ماهیان قزل آلای مزارع منتخب بود که توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام پذیرفت. خرید تجهیزات مرتبط با نشانه گذاری ماهی، زیست سنجی و نرم افزار ثبت اطلاعات فنوتیپی ماهی و ارسالی به دو مرکز کلاردشت و یاسوج از دیگر اقدامات پروژه مذکور بوده است.

کلمات کلیدی: ماهی قزل آلای رنگین کمان، برنامه اصلاح نژاد، بهبود ژنتیکی، مرکز اصلاح نژاد

پیشگفتار

در میان فعالیت های کشاورزی و تولید مواد غذایی، آبزی پروری یکی از بخش هایی است که در طی دهه اخیر از روند توسعه چشمگیری برخوردار بوده است. بر اساس آمار فائو میزان تولید آبزیان در جهان از حدود ۶۲ میلیون تن در سال۲۰۰۶، به ۲۱۲ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ رسید. سهم آبزیان پرورشی از مجموع کل تولید از ۴۰ درصد در سال ۲۰۰۶ میلادی، به ۵۴ درصد در سال ۲۰۱۸ افزایش یافت. در ایران نیز تولید آبزیان پرورشی از ۱۲۵ هزار تن در سال ۱۳۸۳ به ۵۲۶ هزار تن در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است و این سهم از ۱۲ درصد در سال ۱۳۵۷ به ۴۱ درصد در سال ۱۳۹۸ رسیده است و نرخ رشد متوسط سالیانه در آبزی پروری در ایران در طی این سال ها ۱۱ درصد بوده است در صورتی که نرخ رشد متوسط آبزی پروری در جهان در بین سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ ، ۵/۳ درصد می باشد.

هم اکنون حدود ۲۰ درصد تولید قزل آلای جهان در ایران تولید شده و کشور ما در رده چهار کشور نخست تولید ماهی قزل آلا در جهان تقسیم بندی شده است . همچنین با تولید حدود ۱۸۳ هزار تن رتبه اول را در آب شیرین دارد. بالغ بر ۳۵ درصد از پرورش آبزیان آب شیرین کشور را ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) تشکیل می دهد.

اصلاح نژاد گونه های پرورشی در همه فعالیت های کشاورزی به عنوان یکی از با ثبات ترین و موثرترین راه های افزایش تولید به شمار می رود و آبزی پروری نیز از این اصل مستثنی نیست. تاکنون در دنیا بیش از یکصد برنامه اصلاح نژادی برای آبزیان پرورشی انجام شده است که اکثر آنها در مورد ماهی بوده است. از مهمترین اهداف برنامه های اصلاح نژادی، رشد بهتر ماهی، کاهش ضریب تبدیل غذایی، افزایش کیفیت گوشت و مقاومت در مقابل بیماری ها بوده است.

دوام و توسعه پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در کشور به اصلاح نژاد، تکثیر و تولید تخم های باکیفیت این گونه وابسته است. پایین بودن کیفیت تخم های داخلی و بچه ماهیان حاصل از آنها و در مقابل رشد مطلوب بچه ماهی حاصله از تخم وارداتی و افزایش بهره وری مزارعی که از این تخم ها استفاده نموده بودند، موجب افزایش تقاضا برای واردات تخم چشم زده گردید و در مقابل عدم توانایی مراکز تکثیر داخلی در ارتقای کیفیت تولید و رقابت با تخم های وارداتی به کم فروغ شدن مراکز تکثیر این ماهی منجر شد.

به همین منظور با توجه به ضرورت اصلاح نژاد و تولید تخم چشم زده با کیفیت، پروژه حاضر توسط فائو با همکاری سازمان شیلات ایران با اعتبار بالغ بر ۳۰۰ هزار دلار جهت تدوین استراتژی و زمینه سازی ایجاد مراکز اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان تدوین و اجرا گردید. برای کاهش این وابستگی عزم ملی مراکز دانشگاهی، تحقیقاتی، اتحادیه ها و بخش خصوصی امری اجتناب ناپذیر است و ضرورت دارد سازمان مدیریت کشور نیز برنامه های توسعه شیلات و آبزی پروری را مورد توجه قرار دهد.

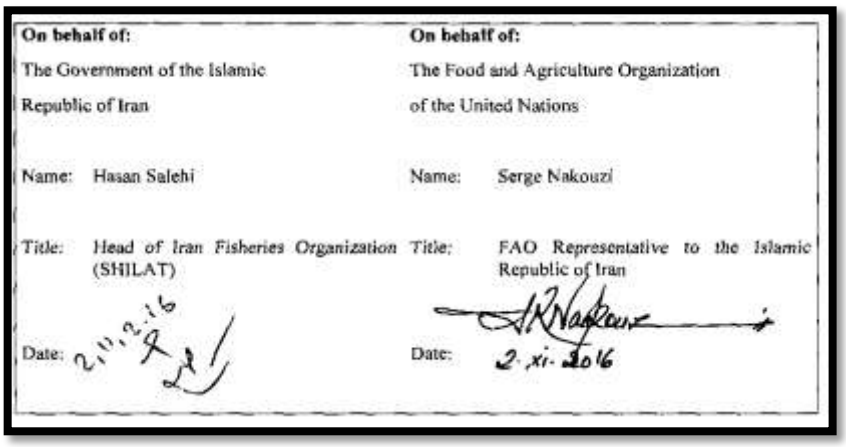
شناسنامه پروژه:

Country	The Islamic Republic of Iran
Project Symbol	TCP/IRA/3602
Project Title	Genetic Improvement of Rainbow Trout in Islamic Republic of Iran
Resource Partner	Government of the Islamic Republic of Iran
Actual EOD	14 February 2017
Actual NTE	13 February 2019

Participating Organizations (e.g. Ministry of Agriculture, etc.): Ministry of Agriculture Jahad, the Islamic Republic of Iran

Implementing Partners (List):

Name	Type (NGO/Community Based Organization/Gov.)
Iran Fisheries Organization (IFO)	Government



On behalf of:	On behalf of:
The Government of the Islamic Republic of Iran	The Food and Agriculture Organization of the United Nations
Name: Hasan Salehi	Name: Serge Nakouzi
Title: Head of Iran Fisheries Organization (SHILAT)	Title: FAO Representative to the Islamic Republic of Iran
Date: 2.11.2016	Date: 2. xi. 2016

تصویر امضا کنندگان پروژه TCP/IRA/3602

۱- آغاز طرح

۱-۱- خلاصه برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلا

هسته اصلی اصلاح نژاد برای ماهی قزل آلای رنگین کمان در دو مرکز کلاردشت (سازمان شیلات ایران) و یاسوج (موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور)، بر اساس جمعیت پایه ی جمع آوری شده از شش مزرعه خصوصی که در مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن پرورش یافته اند، ایجاد خواهد شد. با استفاده از ماهی های موجود در سراسر، می بایست دو هسته اصلاح نژادی ایجاد نمود. البته این ماهیان می بایست از طریق تبادل مواد ژنتیکی در نسل های آینده به عنوان یک هسته اصلاح نژادی واحد در نظر گرفته شود. لازم است جمعیت پایه هر ساله از طریق آمیزش ماهی های مراکز مختلف تکثیر و پرورش ایجاد گردد. در هرکدام از دو هسته اصلاح نژادی، یک سالن تکثیر با مجموع ۲۵۰ عدد تراف و یک اتاق مجزا با ۲۰۰ عدد تانک کوچک برای پرورش جداگانه خانواده های خویشاوند تنی[1] تا زمانی که دارای وزن مناسب (میانگین وزن ۱۵-۱۲ گرم) برای تگ زنی باشند، تاسیس خواهد شد. در کلاردشت این کار را می توان در ساختمان بازسازی شده اجرا نمود رد صورتیکه در یاسوج به یک ساختمان جدید نیاز می باشد. هدف این است که در هر کدام از دو مرکز اصلاح نژاد، ماهیان ۱۷۵ خانواده به صورت جداگانه تگ گذاری گردند.

صفات مدنظر در برنامه اصلاح نژاد در گزارش اصلی آمده است و در ضمیمه یک بحث می شود. در سال های اولیه اجرای برنامه اصلاح نژاد، بهگزینی به منظور افزایش نرخ رشد تا اندازه مناسب بازار و در مرحله بعد برای رسیدن به سن بلوغ قبل از وزن بازاری انجام می شود. اصلاح نژاد برای صفات مقاوم به بیماری، جزئی از برنامه های اصلاح نژاد است. اگر تقاضای بازار به سمت ماهیان بزرگتر برود آنگاه صفات مرتبط با،کیفیت گوشت از جمله محتوای چربی و رنگ فیله اهمیت پیدا خواهند نمود و ممکن است در اهداف اصلاح نژادی گنجانده شوند.

ترکیبی ازبرنامه بهگزینی بین خانوادگی و درون خانوادگی اجرا خواهد شد. به منظور بهره گیری از بهگزینی ژنومیک (GS) در جمعیت ماهی قزل آلای رنگین کمان، باید از تراشه اسنیپ[2] 50K جهت پیشرفت ژنتیکی[3] صفاتی که قابل ثبت و اندازه گیری در مولدین زنده نیستند (مقاومت به بیماری و ویژگی های کیفیت لاشه)، استفاده نمود.

لازم است میزان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (GxE) بویژه صفات نرخ رشد و سن در اولین بلوغ جنسی، به صورت صحیح برآورد گردد. این عدد باید بر اساس صفات ثبت شده در جمعیت های خویشاوند موجود در

[1] Full -sib
[2] SNP-Chip
[3] Genetic gain

محیط های پرورشی کنونی و آتی، از جمله آب شیرین با دماهای متفاوت در طول سال، در مخازن آبراهه ای، مخازن گرد و یا در آب لب شور در قفس های دریای خزر، محاسبه گردد.

با توجه به سایز مطلوب ماهی قزل آلا در بازار در سال های بعد (سایز بشقابی در مقابل ماهیان ۱ و ۲کیلوگرمی)، احتمالاً بتوان برای یک دوره، فاصله نسلی[1] دو ساله (ولی نه سه سال) به کار برد، اما به دلیل عدم وجود داده های رشد و بلوغ جنسی در مزارع پرواری تجاری در این خصوص نمی توان تصمیم علمی اتخاذ کرد.

به منظور بهبود مقاومت به چندین بیماری مهم اقتصادی، لازم است مرکز تست چالش بیماری جهت آزمایش و بهگزینی، راه اندازی شود. این مرکز می تواند برای هر دو هسته اصلاح نژاد کلاردشت و یاسوج به صورت مشترک مورد استفاده قرار گیرد، به شرطی که ماهی های نشانه گذاری شده از هر هسته اصلاح نژاد به طور جداگانه در یک فاصله زمانی معقول به صورت زمینی یا هوایی، به این مرکز انتقال یابند. بهره گیری از روش های بروز و مطمئن انجماد اسپرم جهت ارتباط ژنتیکی مناسب بین دو هسته اصلاح نژادی و بین نسل ها به منظورکسب پیشرفت ژنتیکی بیشتر و محاسبه پیش بینی نااریب [2] آن ضروری می باشد.

برای ثبت و نگهداری داده های شجره ای و صفات، باید تکنولوژی بروز و کارآمدی به کار گرفته شود. لازم است داده های ثبت شده در یک پایگاه داده مناسب ذخیره شده تا افراد مسئول در مواقع لازم به راحتی به انها دسترسی داشته باشند. تکنولوژی ثبت سوابق شجره نامه و صفات باید خریداری شده و حتما نرم افزار ها و پایگاه داده ها باید در یک محل یا همان هسته های اصلاح نژاد توسعه داده شوند.

اجرای برنامه های اصلاح نژادی نیازمند پرسنلی است که دارای تحصیلات در زمینه ژنتیک کمی و ژنومیک بوده و دارای چندین سال تجربه کاری در زمینه بهگزینی گونه های آبزی پروری باشند. بنابراین، باید در هر مرکز اصلاح نژادی تلاش برای استخدام حداقل یک نفر با دانش فوق، یا برنامه ریزی برای آموزش حداقل دو نفر دانشجوی دکترا انجام شود. لازم به ذکر است تا جذب این افراد، برنامه اصلاح نژاد نیاز به حمایت علمی متخصصین خارج از کشور دارد.

حداقل دو نفر کارشناس فنی از هر هسته اصلاح نژاد برای کسب دانش لازم، باید در یک مرکز اصلاح نژادی یا تحقیقاتی در خارج از کشور آموزش ببینند. تجارب مراکز اصلاح نژاد در نروژ نشان داده است که تعداد ۸-۶ نفر کارشناس فنی آموزش دیده در هر یک از هسته ها مورد نیاز است. در فصل تولید برای تولید خانواده، نشانه گذاری، ثبت اطلاعات ماهی های تست شده، مولدین اصلاح شده و انتخاب کاندیداهای اصلاح نژاد[3] تعداد کارشناس بیشتری مورد نیاز خواهد بود. علاوه بر این موارد، یک مدیر متخصص، چند نفر نیروی کارگری به منظور تعمیرات، حداقل یک نفر متخصص و یک نیروی اداری پشتیبانی مورد نیاز است.

[1] Generation interval
[2] Unbiased prediction
[3] Breeding candidates

از آنجایی که هدف هسته های اصلاح نژاد افزایش تولید محصولات این صنعت (امروز ۸۰۰ میلیون تخم چشم زده) بوده در نتیجه ، برای تولید این میزان تخم چشم زده باید چند واحد حدواسط ایجاد شود. لازم است بین این واحدهای حد واسط وهسته های اصلاح نژاد به منظور چگونگی پرورش ماهی های اصلاح نژاد شده تا زمان بلوغ جنسی، بهگزینی، لقاح و نیز حفظ منافع اقتصادی این هسته ها از سود حاصل از دستیابی واحدهای حدواسط به منابع اصلاح نژاد یافته، قراردادی منعقد گردد.

در صنعت پرورش آبزیان ایران سهم تخم چشم زده از تعداد تخم های بارور (۶۰-۵۰ درصد) و همچنین تعداد تخم به ازای هر کیلوگرم ماهی (کمتر از ۱۰۰ عدد)، کم بوده که منجر به افزایش هزینه تولید تخم چشم زده می شود. استراتژی های مختلف مدیریتی باید مورد آزمایش قرار گیرد و بهترین روش برای افزایش سهم تخم های چشم زده به ازای هر مولد ماده در دو هسته اصلاح نژاد و واحدهای تکثیر اجرا گردد.

۱-۲-مقدمه سند برنامه

تولید ماهی قزل آلای رنگین کمان در ایران از ۴۶۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۶ به حدود ۱۶۰ هزار تن در سال ۲۰۱۷ افزایش یافته است. از مجموع تعداد حدود ۸۰۰ میلیون تخم چشم زده مورد نیاز در سال، حدود ۴۰ درصد (با ارزش بالغ بر ۵-۴ میلیون دلار آمریکا) از کشور های خارجی وارد می شوند. واردات تخم چشم زده منجر به افزایش خطر ابتلا به بیماری های ویران کننده ویروسی و همچنین سایر ترکیبات مضر به محیط های تولیدی ایران می شود. سازمان شیلات ایران و موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور ایران تصمیم به اجرای برنامه اصلاح نژاد قزل آلای رنگین کمان به منظور تولید ماهی قزل آلای پرورشی سازگار با شرایط پرورشی ایران و همچنین خودکفایی در تولید تخم چشم زده عاری از بیماری نموده اند. این امر از طریق ایجاد دو هسته همکار اصلاح نژادی، یکی در کلاردشت و دیگری در یاسوج انجام می پذیرد. این سند شامل نحوه طراحی برنامه اصلاح نژاد در دو مرکز فوق الذکرمی باشد.

۱-۳-ایجاد جمعیت پایه

اولین گام در شروع برنامه اصلاح نژاد، جمع آوری ذخایر ژنتیکی جهت تشکیل جمعیت پایه ای است که تنوع ژنتیکی (تنوع آللی) بالایی دارد که این تنوع ژنتیکی بالامنجر به کسب پاسخ انتخاب در طولانی مدت از طریق بهگزینی و همچنین افزایش امکان گنجاندن صفات جدید در برنامه اصلاح نژاد می شود.

طی دوره مارس تا ژوئن ۲۰۱۷، حدود ۱۰۰۰ عدد قزل آلای رنگین کمان با سنین مختلف از شش مزرعه خصوصی در جمهوری اسلامی ایران جمع آوری شده و (جدول ۱) به عنوان جمعیت پایه به مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن منتقل شدند. جدول شماره ۱ نشان می دهد که منشا ورود تخم در هر مزرعه متفاوت

بوده و والدین این ماهیان منتخب جمعیت پایه به صورت تخم چشم زده از سایر کشورها به جمهوری اسلامی ایران وارد شده اند.

جدول ۱- تعداد، منشا و سن ماهیان منتقل شده به مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن

شماره مزرعه	تعداد ماهیان	منشا ماهیان	سن ماهیان
۱	۱۰۳	ایرانی	۲ سال
۲	۶۲	ایرانی، نروژی و فرانسوی	۲و ۳ سال
۳	۱۳۸	فرانسوی	۱تا ۳ سال
۴	۲۲۹	ایرانی	۲تا ۵ سال
۵	۲۱۹	ایرانی، امریکایی، فرانسوی، دانمارکی، نروژی	۱تا ۳ سال
۶	۲۱۳	ایرانی	۲و ۳ سال

در ماه های جولای و آگوست ۲۰۱۷ تمام ماهیان با استفاده از PIT تگ نشانه گذاری شدند و همزمان زیست سنجی آنها صورت پذیرفت. در ژانویه ۲۰۱۸ مجدداً بیومتری و اندازه ها ثبت شد. نرخ رشد در شش گروه ماهیان قابل مقایسه نخواهد بود، با این وجود میانگین وزن بدن و رشد ماهیان شش مزرعه به ترتیب در نمودارهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. نرخ رشد در نمودار شماره ۲ با استفاده از ضریب رشد دمایی (معادله ۱) ، و میانگین دمای آب ۱۷ درجه سانتی گراد ارزیابی شده است.

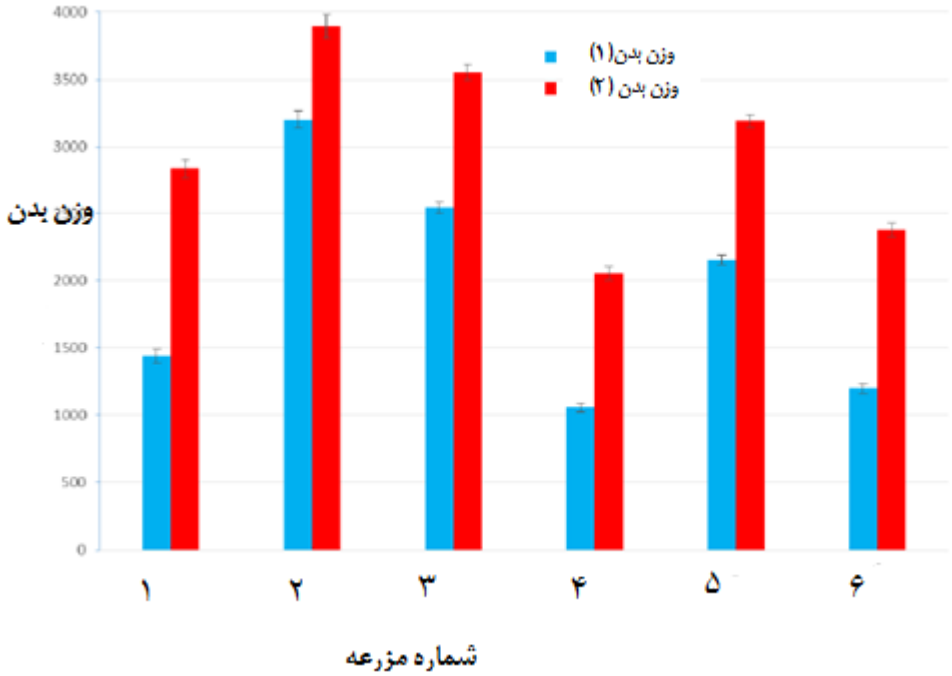
$$\mathrm{TGC}=\frac{BW_{\mathrm{f}}^{\frac{1}{3}}-BW_{\mathrm{i}}^{\frac{1}{3}}}{\sum Tef}$$

معادله ۱

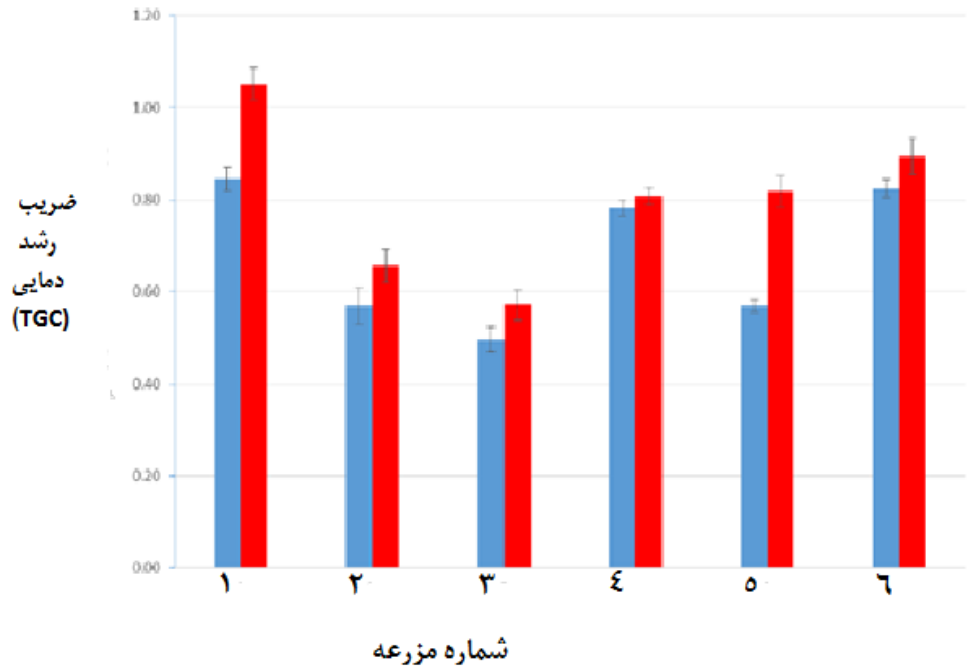
TGC [1] : همان ضریب رشد دمایی، $BW_{\mathrm{f}}^{\frac{1}{3}}$: جذر پایه سوم وزن نهایی ماهی ، $BW_{\mathrm{i}}^{\frac{1}{3}}$: جذر پایه سوم وزن اولیه ماهی و $\sum T_{ef}$: مجموع دماهای موثر می‌باشد.

نمودارهای ذیل نرخ رشد ماهیان نژادهای مختلف را از هم متمایز نمی کند ولی به طور کلی آنچه از مطالعات دیگر بر می آید نشان دهنده این واقعیت است که نرخ رشد ماهیانی که نژاد خارجی دارند نسبت به ماهیان نژاد ایرانی بالاتر و برتر می باشد. بنابراین ، بسیار مهم است که جمعیت پایه ماهی قزل آلای رنگین کمان در مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن متشکل از سویه هایی با منشا خارجی باشند.

[1] Thermal-unit Growth Coefficient



شکل ۱- میانگین وزن بدن ماهیان قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در تنکابن (منتخب ٦ مزرعه). *وزن بدن (۱) میانگین وزن بدن در زیست سنجی جولای و آگوست ۲۰۱۷، وزن بدن (۲) میانگین وزن بدن در ژانویه ۲۰۱۸



شکل ۲ - میانگین ضریب رشد حرارتی ماهیان قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در تنکابن (منتخب ٦ مزرعه). بر اساس زیست سنجی های جولای تا آگوست ۲۰۱۷ (آبی) و ژانویه ۲۰۱۸ (قرمز)

از هر شش گروه ماهیان موجود در تنکابن، تعداد ۶ قطعه ماهی برای ۹۰۰۰ نشانگر ژنتیکی با تراشه های چند شکلی تک نوکلئوتیدی[1] ، تعیین ژنوتیپ شدند. از کل تغییرات در بین ۳۶ قطعه ماهی نمونه برداری شده ، ۴/۲ درصد دارای تنوع بین گروهی، ۱۲/۳ درصد تنوع میان افراد درون هر گروه و ۸۳/۵ درصد نیز تنوع افراد درون گروهی مشاهده گردید. اگرچه تعداد ۶ ماهی نمونه برداری شده از هر گروه برای این نوع بررسی بسیار کم است ، ولی نتایج نشان می دهد که ماهیان گروههای مختلف احتمالا با هم خویشاوند بوده و آمیزش دو ماهی از این گروهها ممکن است منجر به همخونی و از بین رفتن تنوع ژنتیکی گردد. با این وجود، احتمال خویشاوندی دو ماهی از گروه های مختلف کم است، زیرا آنها به احتمال زیاد نتاج والدین مختلف هستند همچنین به دلیل اینکه ماهی های موجود در یک گروه از سنین متفاوتی دارند علی رغم اینکه از یک مکان مشتق شده اند، به احتمال قوی از والدین مختلف بوجود آمده اند و احتمال خویشاوندی آنها کم می باشد.

بنابراین توصیه می شود برای ایجاد جمعیت پایه سال اول، ماهیان نر و ماده گروه های مختلف با هم آمیزش داده شوند. در این مرحله انتخاب مولدین برای آمیزش کاملا به صورت تصادفی باشد و هیچ گونه انتخابی بر اساس وزن مولدین و یا سرعت رشد آنها نباید صورت گیرد چرا که این داده ها قابل مقایسه با هم نیستند.

با توجه به فاصله نسلی دو ساله، دو رده سنی جمعیت پایه در هر یک از دو مرکز اصلاح نژاد، ایجاد خواهد شد. این چهار رده جمعیت پایه باید با استفاده از نژادهای مختلف نر و ماده ایجاد شوند و این کار باعث افزایش تنوع ژنتیکی کل در جمعیت پایه می شود. به منظور لقاح، باید از طرح آمیزش فاکتوریل ۲ × ۲ استفاده گردد که در آن اسپرم یک نر برای بارور کردن تخمک های دو ماده مختلف استفاده شده و تخمک های هر ماده به دو قسمت تقسیم و از اسپرم دو نر مختلف برای باروری آنها استفاده می شود. بنابراین، برای هر رده سنی، در هر مرکز ۱۰۰ مولد نر و ۱۰۰ مولد ماده مورد نیاز خواهد بود و در مجموع ۸۰۰ مولد ماده و نر برای تولید چهار رده سنی جمعیت پایه استفاده خواهد شد.

۱-٤-اهداف اصلاح نژاد

هدف کلی اصلاح نژاد، خودکفایی در تولید تخم های چشم زده با کیفیت بالا از ماهی قزل آلای رنگین کمان، به منظور افزایش تولید قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران است. تخم های چشم زده با کیفیت بالا را می توان از طریق یک برنامه اصلاح نژاد سازمان یافته، برای صفات خاص مناسب و مورد نیاز صنعت آبزی پروری و بازار ایران با توجه به شرایط محیطی و نیازهای تولید، تهیه کرد.

صفات با اهمیت را می توان به سه دسته صفات تولیدی، صفات مقاومت به بیماری خاص و صفات مرتبط با کیفیت لاشه دسته بندی کرد که جزییات بیشتر این صفات که در اهداف اصلاح نژاد گنجانده می شوند، در ضمیمه یک ارائه شده است.

[1] Single Nucleotide Polymorphism(SNP)

صفات تولیدی شامل کارآیی غذا، نرخ رشد، سن در اولین بلوغ جنسی و بقاء بوده که قابل ثبت هم در مولدین و هم در خانواده ی آنها می باشد. داده های بازماندگی خانواده های کاندیدای اصلاح نژاد که حاصل تست مواجهه سازی کنترل شده برای هر بیماری (باکتری، ویروس و انگل) بوده جهت ثبت ویژگی های مقاومت به بیماری های خاص مورد استفاده قرار می گیرد. داده های صفت کیفیت لاشه، از نمونه برداری و کشتن خانواده های کاندیداها حاصله بدست می آیند. در نتیجه فقط تعداد کمی از صفات واقعی را می توان در مولدین انتخابی زنده، اندازه گیری و ثبت نمود که منجر به کاهش بهره ژنتیکی و در نتیجه کاهش شدت انتخاب برای این صفات می شود. تکنیک بهگزینی به کمک نشانگر (MAS)و انتخاب ژنومی (GS) قابلیت اندازه گیری برای بهگزینی درون خانوادگی –صفات خویشاوندی – را فراهم نموده است که این امر منجر به افزایش بیشتر پیشرفت ژنتیکی از طریق افزایش دقت[1] و شدت انتخاب[2] می گردد.

کمبود اطلاعات از میزان تنوع ژنتیکی بسیاری صفات و نیز تعریف و اهمیت آنها در تولید، به این معنی است که فقط تعداد کمی از صفات ذکر شده در پیوست شماره ۱ را می توان در طول سال های ابتدایی برنامه اصلاح نژاد استفاده نمود. بیشترین فشار برنامه بهگزینی باید بر افزایش سرعت رشد جهت دستیابی به اندازه مطلوب بازاری، به عنوان مثال رشد ماهی تا اندازه بشقابی (۳۰۰-۲۵۰ گرمی) یا ماهی بزرگ (۲-۱ کیلوگرمی)، متمرکز گردد. همچنین این تصمیم تعیین کننده یکی دیگر از اهداف اصلاح نژادی برای سن در اولین بلوغ جنسی می باشد؛ به عنوان مثال انتخاب بخش کوچکتری از ماهیان که در سال اول به بلوغ جنسی می رسند و یا انتخاب مولدین یک ساله و دوساله با هم.

در نتیجه، جمع آوری اطلاعات قابل اعتماددر مورد میزان و نسبت ماهیان بالغ در مزارع پرورشی مختلف به خصوص ماهیان یک و دو ساله و ارزیابی سایز مطلوب بازار در سال های بعد (ماهیان سایز بشقابی در مقایسه با ماهیان بزرگتر) دارای اولویت می باشند. تا زمانی که در مورد مسائل فوق تصمیم مناسب اتخاذ نگردد باید مولدینی که در سن یک سالگی بالغ می شوند و همچنین ماهیان با شکل غیر طبیعی بدن و رنگ پوست نامطلوب، حذف شده و برای مولدین نسل جدید انتخاب نشوند.

قبل از درنظر گرفتن هر کدام از صفات مقاومت به بیماری در برنامه اصلاح نژاد، لازم است تاسیس یک سالن مواجهه سازی [3] با عوامل بیماری زا در دستور کار قرار گیرد. این موضوع یک الزام برای به دست آوردن تنوع ژنتیکی در مقاومت به خطرناکترین ویروس ها مانند بیماری سپتی سمی خونریزی دهنده ویروسی، نکروز عفونی بافت های خونساز و نکروز عفونی لوزالمعده (IPN[4]،IHN[5]وVHS[6]) و باکتری ها (استرپتوکوکوزیس[7]،

[1] Accuracy
[2] Intensity of selection
[3] Challenge test
[4] Infectious Pancreatic Necrosis
[5] Infectious Hematopoietic Necrosis
[6] Viral hemorrhagic septicemia
[7] Streptococcosis

لاکتوکوکوزیس[1] و یرزینوزیس[2])، و همچنین محاسبه همبستگی های ژنتیکی آنها و ارتباط ژنتیکی آنها با سایر صفات می باشد. امکانات لازم برای آزمون چالش همچنین برای آزمایش معمول سالانه خانواده هسته اصلاح نژاد برای صفات مقاومت به بیماری خاص که در اهداف اصلاح نژاد وجود دارد ، مورد نیاز است.

۱-۵- روش های بهگزینی

روش های بهگزینی برای گونه های آبزی پروری، به صورت بهگزبنی فردی و بهگزینی خانوادگی یا ترکیبی از این دو روش است. داده های صفات مختلف در این دو روش برای محاسبه پیش بینی ارزش اصلاحی[3] (یعنی توانایی یک فرد در تولید فرزندان با عملکرد خوب) کاندیداهای اصلاح نژاد استفاده می گردند. از آنجا که بسیاری از صفات مورد نظر برای بهگزینی قابل اندازه گیری بر روی کاندیداهای زنده اصلاح نژاد نیستند، باید ترکیبی از انتخاب درون خانوادگی و بین خانوادگی خویشاوندان تنی انجام گردد. برای افزایش پیشرفت ژنتیکی، باید از انتخاب به کمک نشانگر و انتخاب ژنومی برای صفات بین خانوادگی خویشاوند تنی استفاده نمود.

۱-۵-۱- بهگزینی فردی (فنوتیپی یا توده ای)

این روش برای صفاتی که بر روی کاندیداهای زنده اصلاح نژاد قابل ثبت و اندازه گیری بوده و ترجیحاً برای صفاتی که از وراثت پذیری متوسط تا زیاد برخوردارند، استفاده می گردد مانند نرخ رشد که با حذف کوچکترین کاندیداها درمرحله اولیه و یا بهگزینی بزرگترین نمونه ها در اندازه بازاری نرمال انجام می شود. در انتخاب فردی باید از مواردی که باعث افزایش میزان همخونی در هر نسل می شود جلوگیری نمود، مانند استفاده از تعداد محدود کاندیداها در هر خانواده و یا اینکه بر اساس نشانگرهای ژنتیکی، تعیین شود کاندیداهای بالغ جنسی به چه نسبتی به والدین/ خواهر و برادرتنی آنها شباهت داشته، که با این روش می توان از جفت گیری خویشاوندان نزدیک جلوگیری کرد. این روش از تمام واریانس ژنتیکی صفات در جمعیت استفاده می کند.

۱-۵-۲- انتخاب خانواده های خویشاوند تنی

برای صفاتی که نمی توان آنها را بر روی کاندیداهای زنده اصلاح نژاد اندازه گیری کرد (مثل صفات کیفی، مقاومت به بیماری و کیفیت لاشه)، می توان بر اساس سوابق مربوط به آزمون مواجهه سازی در مورد بیماری یا کشتن خواهر و برادر تنی[4] / خواهر و برادر ناتنی[5] ماهی، پیش بینی ارزش اصلاحی کاندیدهای اصلاح نژاد را به

[1] Lactococcos
[2] Yersinosis
[3] Predicted breeding value
[4] Full sib
[5] Half sib

دست آورد. از این روش انتخاب می توان برای بهبود صفات با وراثت پذیری کم و صفات باینری[1] (به عنوان مثال میزان بقا، بلوغ زودرس جنسی) با همبستگی پایین نامطلوب استفاده کرد. این روش مستلزم این است پس از یک دوره پرورش به شکل جداگانه، هنگامی که ماهی ها خیلی کوچک هستند، علامت گذاری شوند، یا اگر از همان مراحل اولیه به طور مشترک پرورش داده شوند، می توان ماهی را بر اساس مارکرهای ژنتیکی به والدین/خواهران و برادران خود نسبت داد. یک اشکال اصلی در این روش این است که فقط نیمی از واریانس ژنتیکی صفات را در جمعیت تأمین می نماید.

۱-۵-۳- انتخاب ترکیبی

برخی از صفات انتخاب شده قادر خواهند بود در کاندیداهای زنده اصلاح نژاد ثبت شده (به عنوان مثال رشد)، در حالی که برخی دیگر قابل اندازه گیری در موجود زنده نیستند (مانند صفات بیماری، بقا، صفات کیفیت لاشه و رشد در محیط های مختلف پرورش). در این حالت از ترکیب بهگزینی خانوادگی و فردی استفاده می شود که تمام داده های ثبت شده در مورد کاندیداهای اصلاح نژاد و خواهر و برادر آنها به طور همزمان ترکیب شده و مورد استفاده قرار می گیرند. این روش ترکیبی، از تمام واریانس ژنتیکی صفات در جمعیت استفاده می کند.

۱-۵-٤- انتخاب به کمک نشانگر و انتخاب ژنومیک

انتخاب به کمک مارکر و انتخاب ژنومیک برای صفاتی که نمی توانند در کاندیداهای زنده اصلاح نژاد ثبت شوند از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این روش از طریق افزایش شدت بهگزینی[2] و دقت انتخاب، بهبود ژنتیکی را افزایش می دهد (همانند انتخاب درون خانواده، برای صفاتی که نمی توان روی کاندیداهای اصلاح نژاد زنده ثبت کرد، استفاده کرد).

۱-٦- اثر متقابل محیط با ژنوتیپ (GxE)

اثر متقابل محیط و یک ژنوتیپ خاص به این معنی است که خانواده های مختلف در شرایط مختلف محیطی (درجه حرارت، نور، تراکم ماهی، تغذیه، سیستم های پرورش و غیره) تحت شرایط مختلف، متفاوت هستند. اگر میزان اثر متقابل محیط با ژنوتیپ معنی داری برای یک صفت وجود داشته باشد، این امر می تواند در دراز مدت پاسخ به انتخاب[3] را به طور قابل ملاحظه ای کاهش دهد. مقدار اثر متقابل محیط با ژنوتیپ برای یک صفت مشخص می تواند از طریق محاسبه همبستگی ژنتیکی با استفاده از سوابق صفات خویشاوندان پرورش یافته در شرایط مختلف مزرعه، ارزیابی شود؛ یک همبستگی کم (کمتر از ۰/۵) نشان دهنده ی اثر متقابل محیط و ژنوتیپ بالا و همبستگی بالا (بیشتر از ۰/۸) نشان دهنده ی اثر متقابل محیط و ژنوتیپ کم است. در سیستم های

[1] Binary
[2] Selection intensity
[3] Response to selection

پرورش متفاوت در ماهی قزل آلای رنگین کمان اثر متقابل محیط و ژنوتیپ معنی داری برای صفت رشد ، در شرایط مختلف دمایی، تراکم ذخیره سازی و یا جیره های غذایی مختلف، ثبت شده است (Sae-Lim et al. ,2015)[1].

پرورش به طور عمده در استخرهای دراز با آب شیرین رودخانه ها و جریان های با نوسانات دمایی روزانه، سالانه و همچنین از آب چاه ها و چشمه ها با دمای نسبی پایدار انجام می شود. همچنین درصد کمی از تولید ماهی قزل آلا در تانک های فایبرگلاس دایره ای و در قفس در دریای خزر با شوری ثابت ۱۲-۱۳ در هزار نیز صورت می گیرد.

باید میزان اثر متقابل محیط با ژنوتیپ برای صفات به ویژه صفات نرخ رشد و سن در اولین بلوغ جنسی به صورت صحیح محاسبه گردد. این برآورد را باید با توجه به رکورد گیری صفات در جمعیت های خویشاوند موجود در محیط های پرورشی آب شیرین و آب شور از جمله استخرهای دراز، مخازن گرد و قفس های دریایی و دماهای متفاوت انجام گردد.

۱-۷- طول فاصله نسل[2]

فاصله نسل میانگین اختلاف زمان بین تولد والدین و بچه ماهی است. کلمه میانگین نشان می دهد که این زمان می تواند در ماهیان نر و ماده متفاوت باشد. برای کسب نسبت سود به هزینه بالا در برنامه اصلاح نژاد، باید پیشرفت ژنتیکی را نه تنها به ازاء هر نسل بلکه به صورت سالانه افزایش داد ، بنابراین، باید طول فاصله نسلی را تا حد امکان کوتاه نگه داشت. کاهش فاصله نسل از سه به دو سال (به جدول ۲ مراجعه شود) پتانسیل افزایش ۵۰ درصدی پیشرفت ژنتیکی در هر سال را فراهم کرده، در حالی که افزایش آن از دو به سه سال، پیشرفت ژنتیکی را ۳۴ درصد کاهش می دهد. کاهش (یا افزایش) فاصله نسلی به دلیل کاهش (افزایش) تعداد ماهیان نگهداری شده در یک محدوده زمانی مشخص ،منجر به کاهش (یا افزایش) هزینه سرمایه گذاری و بهره برداری می گردد.

جدول ۲-ساختار نسل ها و رده ی سنی یک ساله برای فاصله نسل دو و سه ساله

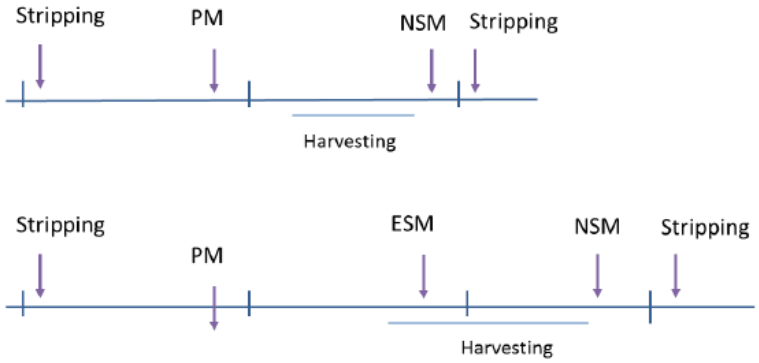
فاصله نسلی سه ساله				فاصله نسلی دو ساله		
نسل	جمعیت			نسل	جمعیت	
	۳	۲	۱		۲	۱
۰	۰-۳	۰-۲	۰-۱	۰	۰-۲	۰-۱

[1] http://isga2015.acuigen.es/uploads/presentations/O11_Sae-Lim.pdf.
[2] Generation interval

۱	۱–۳	۱–۴	۱	۱–۴	۱–۵	۱–۶
۲	۲–۵	۲–۶	۲	۲–۷	۲–۸	۲–۹
۳	۳–۷	۳–۸	۳	۳–۱۰	۳–۱۱	۳–۱۲
۴	۴–۹	۴–۱۰	۴	۴–۱۳	۴–۱۴	۴–۱۵

Generation = نسل، Population = جمعیت

طول فاصله نسل باید با توجه به اندازه بازاری مورد نظر و سن در اولین بلوغ جنسی، در هر دو جنس نر و ماده، همانطور که در پیوست شماره ۱ بحث و در شکل شماره ۳ نشان داده خواهد شد، تعیین گردد.



شکل ۳- مراحل مهم برای جمعیت هسته اصلاح نژادی با فاصله نسل دو ساله (شکل بالا) و فاصله نسل سه ساله (شکل پایین).PM = نر نابالغ، ESM = ماهی های با بلوغ جنسی زود رس ، NSM = ماهی های با بلوغ جنسی طبیعی

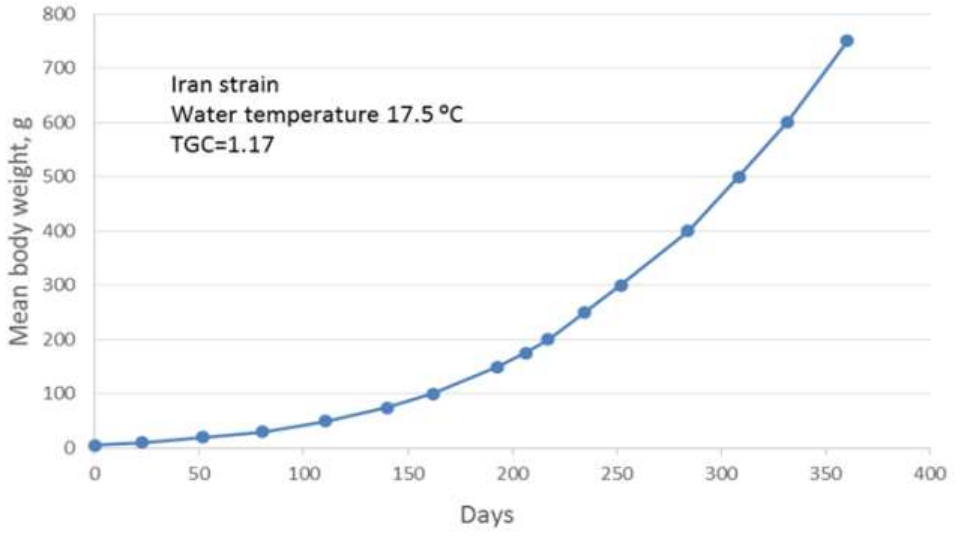
اگر بخش قابل توجهی از ماهی ها قبل از رسیدن به اندازه مطلوب بازار به بلوغ جنسی برسند، به عنوان مثال در دو سالگی ممکن است لازم باشد که فاصله تناوب نسلی را تا سه سال افزایش داد، مگر این که فاصله تناوب نسل را از طریق تولید یک جمعیت تمام ماده حذف کرد. دوماً، اگر نسبت ماهیان بالغ در جمعیت ماهیان کاندیدای اصلاح نژاد در هسته اصلاح نژادی، بسیار کم گردد، در نتیجه پیشرفت ژنتیکی حاصل از کاهش فاصله تناوب نسل سه تا دو سال به علت کاهش شدت انتخاب بین و درون خانوادگی از دست می رود. بنابراین، باید تلاش نمود فاصله بین نسل ها را تا حد امکان کوتاه نگه داشت بدون اینکه صفات اندازه بازاری مناسب و سن در اولین بلوغ جنسی را تحت تاثیر قرار دهد.

➢ بلوغ جنسی

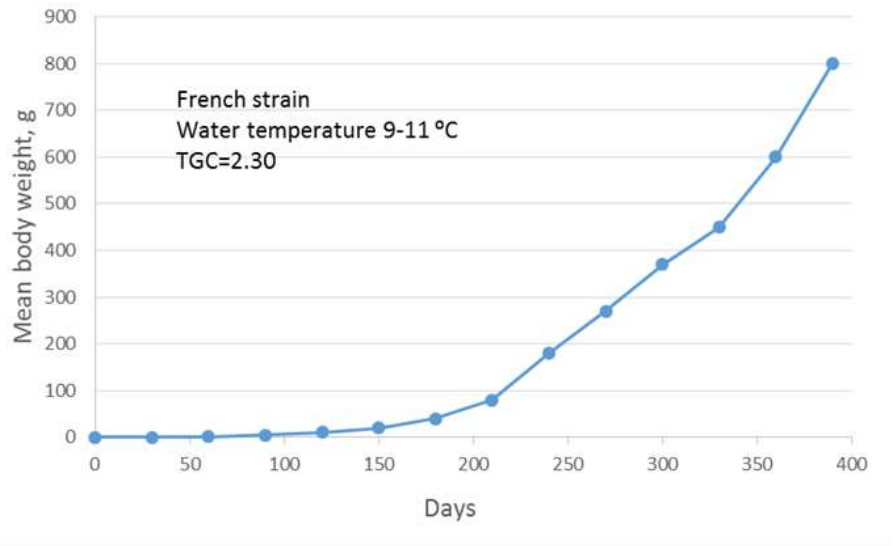
تنها اطلاعاتی که در ارتباط با بلوغ جنسی در دسترس می باشد توسط کارشناسان مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردابی یاسوج ارائه شده است. ایشان گزارش دادند که بین مولدین نر حدود ۱۵ درصد در سن یک سالگی، ۸۰ درصد در سن دو سالگی به بلوغ می رسند و نسبت زیادی از ۵ درصد باقی مانده (۹۰درصد) در سن ۳ سالگی بالغ می شوند. در مولدین ماده هیچ گزارشی مبنی بر بلوغ در سن یک سالگی وجود ندارد، ۴۰-۳۰ درصد در سن دو سالگی و بخش زیادی در سه سالگی به بلوغ می رسند.

➢ نرخ رشد

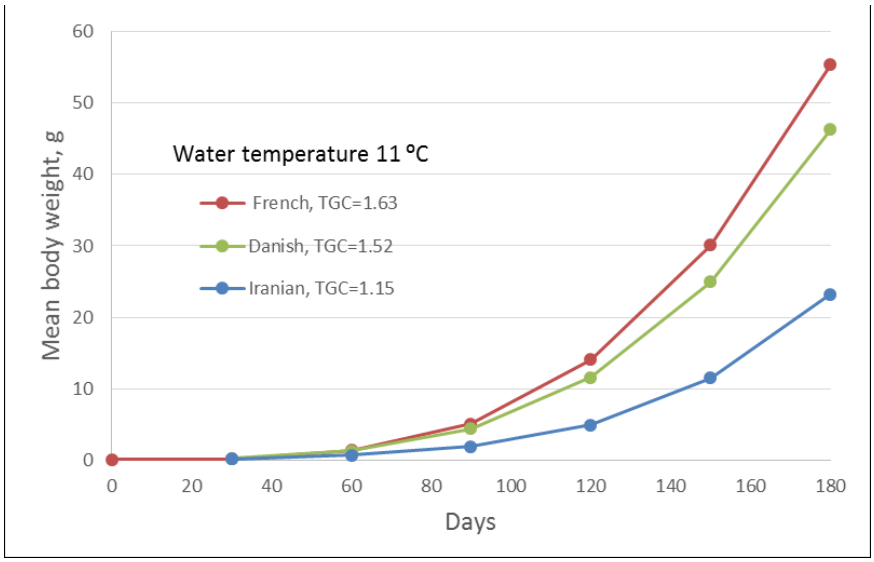
اطلاعاتی که در مورد نرخ رشد ماهی از مزارع تجاری یا از مراکز تحقیقاتی دریافت شده است نیز بسیار محدود بوده که در شکل های شماره ۴، ۵ و ۶ ارائه شده است.



شکل ٤- منحنی رشد برای یک نژاد ایرانی قزل آلای رنگین کمان بر اساس مقادیر متوسط از چندین مزرعه خصوصی در استان فارس



شکل ٥- منحنی رشد برای یک نژاد فرانسوی ماهی قزل آلای رنگین کمان در یک مزرعه خصوصی در استان همدان . TGC =ضریب رشد دمایی (برای تعریف به متن مراجعه کنید)



شکل ٦- رشد سه نژاد قزل آلای رنگین کمان با منشا متفاوت. (مقایسه رشد و بقاء ماهیان قزل الای بومی و وارداتی (موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور،٢٠٠٩)[1]

شکل ۴ نشان می دهد که نژاد ایرانی، طی یک دوره ۳۶۰ روزه در دمای آب ۱۷/۵ درجه سانتی گراد به متوسط وزن ۷۵۰ گرم رسیده است، در حالی که شکل ۵شماره نشان می دهد که یک نژاد فرانسوی تقریباً در همان مدت زمان با دمای آب ۱۰ درجه سانتی گراد تقریباً به وزن مشابهی رسیده است. ضریب رشد دمایی محاسبه شده

[1] Gorjipoor, 2009. Comparison of growth and survival rate between import and native rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Registered number: 88/1252. Iranian Fisheries Research Organization.

برای دو نژاد ایرانی و فرانسوی به ترتیب ۱/۱۷ و ۳/۳، نشان می دهد که پتانسیل رشد آنها تحت شرایط محیطی مختلف بسیار متفاوت است، اگرچه برخی از اختلاف ها ممکن است به دلیل روش های مدیریتی متفاوت در مزارع مختلف باشد. با این وجود، شکل شماره ۶ نتایج یک بررسی را نشان می دهد که ، نژاد فرانسوی و نژاد دانمارکی ماهی قزل آلای رنگین کمان سرعت رشد بسیار بهتری نسبت به نژاد ایرانی در شرایط یکسان دارا می باشد. با توجه به مکان اجرای تحقیق های ذکر شده، و این موضوع که ۷۰ درصد مزارع پرورشی در ایران از آب رودخانه با نوسانات دمای بالا استفاده می نمایند، منحنی های رشد در شکل های شماره ۴ ، ۵ و ۶ نمی تواند نشانگر تمامی مزارع ایران باشد.

به احتمال زیاد می توان فاصله نسل ماهی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران را ۲ سال در نظر گرفت. با این حال، عدم وجود داده های رشد و داده های بلوغ جنسی در مزارع پرورشی با منابع متفاوت آب (رودخانه، چشمه، چاه) و نوسانات دمایی مختلف ، اتخاذ تصمیم مناسب و صریح در خصوص تعیین فاصله نسل دو یا سه سال غیر ممکن است و در نتیجه به منظور تعیین اهداف اصلاح نژادی برای این صفات به اطلاعات بیشتری نیاز می باشد.

۱-۸-تجهیزات تست مواجهه سازی با عامل بیماری زا

در ایران ماهی قزل آلای رنگین کمان به چندین عامل بیماری زای ویروسی و باکتریایی حساس بوده که واکسن موثری نیز برای آنها وجود ندارد بنابراین می تواند سبب بروز خسارات بسیاری به دهندگان گردد. هماوری بالا در ماهی قزل آلای رنگین کمان امکان ایجاد بهبود ژنتیکی بالای صفات مقاومت به بیماری در برنامه اصلاح نژاد را فراهم می کند ، به شرطی که صفات دارای واریانس ژنتیکی باشند. از آنجایی که ارزیابی این موضوع نیازمند جمع آوری داده ها از مزارع پرورشی بوده و سبب آلوده شده مراکز پرورشی می گردد بنابراین تاسیس یک سالن مخصوص به منظور مواجهه سازی ماهی با عامل بیماری زا ضروری می باشد. از یک سالن مشترک برای هر دو هسته اصلاح نژاد یاسوج و کلاردشت می توان استفاده نمود به شرطی که ماهیان نشانه گذاری شده از هر هسته اصلاح نژاد به صورت جداگانه و در یک فاصله زمانی قابل قبول به این سالن مواجهه سازی منتقل گردند. در چنین مرکزی، ماهیان نشانه گذاری شده از هر هسته اصلاح نژادی در معرض عامل بیماری زا قرار گرفته، ترجیحا با استفاده از مدل پرورشی ترکیبی، و تا زمان مرگ و میر پرورش می یابند و زمان تلفات ثبت شده و آزمون مواجهه سازی به پایان می رسد. به منظور جلوگیری از آلودگی محیط اطراف با عوامل بیماری زا، تمام آب خروجی از سالن و کارگاه، حرارت دهی شده و با مواد شیمیایی مناسب تصفیه و ضدعفونی می گردند. همچنین باید تمام ماهیان زنده باقی مانده دردرون این مرکز کشته شوند. امکانات و تسهیلات میبایست براساس نیاز دو هسته اصلاح نژاد تعیین گردد (به مطالب زیر رجوع کنید). علاوه بر این، این

مرکز تست مواجهه سازی و چالش می تواند برای سایر تحقیقات مرتبط با بیماری از جمله واکسن و سلامت غذایی استفاده گردد.

۱-۹- توسعه تراشه های پلی مورفیسم تک نوکلئوتیدی به منظور بهگزینی به کمک نشانگرها و ژنومیک

از آنجایی که بسیاری از صفات در برنامه اصلاح نژاد را نمی توان در کاندیداهای زنده ثبت نمود بنابراین برای این صفات تنها می توان روش بهگزینی بین خانوادگی را اجرا نمود و روش بهگزینی درون خانوادگی برای این صفات کاربردی ندارد. تکنولوژی های جدید ژنومی از جمله بهگزینی به کمک نشانگرها و بهگزینی ژنومی برای این صفات توسعه یافته است که سبب افزایش قابل ملاحظه ای در پیشرفت ژنتیکی این صفات از طریق دقت انتخاب و صحت انتخاب می شود. در نتیجه، لازم است به فکر توسعه یک تراشه **SNP**، **k ۵۰** در جمعیت ماهی قزل آلای رنگین کمان در ایران بود. این امر را می توان بر اساس نمونه های بافت ماهیان جمعیت پایه موجود در تنکابن انجام داد.

استفاده از شیوه انتخاب ژنومی مستلزم تعیین ژنوتیپ هزاران ماهی و کاندیدهای اصلاح نژاد به صورت سالانه می باشد. بعید به نظر می رسد که ایجاد توانایی برای این فناوری در داخل از نظر اقتصادی سودآور باشد، زیرا توسعه فن آوری های جدید در ژنوتیپ بسیار سریع اتفاق می افتد و نگهداری و بروز رسانی چنین امکاناتی دشوار و پر هزینه است. خدمات این شیوه را می توان از برخی آزمایشگاه های تخصصی جمهوری اسلامی ایران در داخل و یا خارج از کشور خریداری نمود.

۱-۱۰- طراحی دو هسته اصلاح نژاد

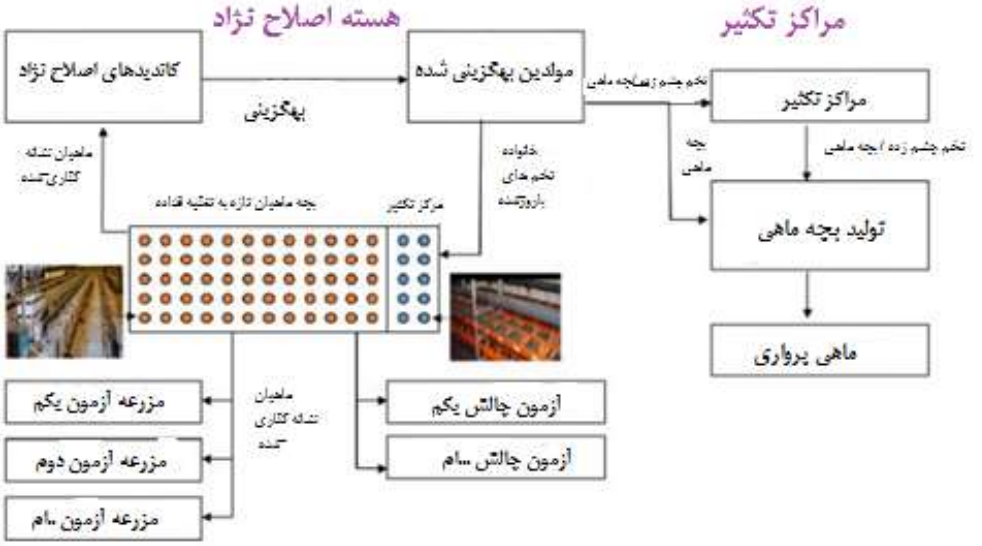
۱-۱۰-۱- پرورش خانواده ها در مخازن مجزا تا مرحله نشانه گذاری

در اغلب برنامه های اصلاح نژاد پیشرفته در گونه های ماهیان پرورشی، خانواده های خویشاوند تنی تا زمان که سایز ماهی قابل نشانه گذاری (به عنوان مثال تگ های PIT) باشد به صورت جداگانه پرورش می یابند. پس از آن تعداد مشخصی از ماهیان تگ گذاری شده مربوط به هر خانواده انتخاب و تحت شرایط محیطی یکسان پرورش داده می شوند. با این وجود در برخی از برنامه های اصلاح نژاد در اولین مراحل چرخه زندگی مثلا در مرحله تخم چشم زده یا مرحله تغذیه آغازین ، تعدادی از هر خانواده انتخاب شده و روابط ژنتیکی بین این ماهیان و والدین از طریق مارکر ژنتیکی با استفاده از نمونه بافت تهیه شده از آنها بدست می آید. نمونه بافت ماهیان همزمان با ثبت داده های صفات در زمان آزمون مواجهه سازی با عوامل بیماری زا و یا زمان برداشت تهیه می شود. نمونه برداری از بافت بهترین کاندیداهای اصلاح نژاد به منظور ثبت صفاتی که می توان روی ماهیان زنده ثبت کرد ، اغلب محدود به ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ قطعه مولد نر و ماده منتخب می شود.

بنابراین، تنها تعدادی از مولدین ماده انتخاب شده و نشانه گذاری می شوند اما سایر ماهیان آزمایش شده نیز باید تعیین ژنوتیپ شوند. هزینه نشانه گذاری به ازاء هر ماهی کمتر از هزینه تعیین ژنوتیپ می باشد و می توان با صرف هزینه ناچیز، بخش زیادی از تگ ها را جداسازی و دوباره استفاده نمود. اینکه آیا خانواده های خویشاوند تنی در تانک های مجزا پرورش یابند یا همگی در یک استخر باشند، بستگی به هزینه دارد. اگر تعداد صفات خانواده های تنی / ناتنی زیاد باشد (به عنوان مثال گروه های یکسان که در چند مزرعه آزمون پرورش داده می شوند یای ازمایش مواجهه سازی با عوامل بیماری زا) هزینه تعیین ژنوتیپ برای ماهی مورد آزمون افزایش می یابد. در این صورت، تعیین ژنوتیپ و نشانه گذاری تعداد بیشتری از بزرگترین کاندیداهای اصلاح نژادی به منظور فراهم نمودن امکان انتخاب مولدین از خانواده های برتر دارای سایر صفات به جزء رشد، مورد نیاز می باشد.

هزینه های نشانه گذاری و تعیین ژنوتیپ بیان شده در بالا بخشی از هزینه های جاری می باشد باید توجه داشت در صورت ضرورت احداث ساختمان جدید جهت نگهداری تانک های خانواده های مجزا، هزینه سرمایه گذاری افزایش می یابد.

به دلیل هزینه های کمتر نشانه گذاری هر ماهی نسبت به تعیین ژنوتیپ آن و امکان استقرار تانک های پرورشی در ساختمان های موجود در کلاردشت و یاسوج پیشنهاد می گردد طراحی هسته اصلاح نژاد بوسیله پرورش خانواده های خویشاوند تنی در تانک های جداگانه تا رسیدن به وزن مناسب جهت نشانه گذاری، انجام گردد. این موضوع در شکل شماره ۷ نشان داده شده است که در آن همچنین واحدهای تکثیر به منظور توسعه پیشرفت ژنتیکی گنجانده شده است.



شکل ۷ - روند انتقال ماهیان سنین مختلف بین واحدهای گوناگون هسته اصلاح نژادی و همچنین از هسته اصلاح نژادی به واحدهای تکثیر ماهی قزل آلا

فعالیت های مختلف و چگونگی انتقال ماهیان مراحل مختلف در هسته اصلاح نژاد، با با انتخاب مولدین و تشکیل خانواده شروع می شود. سپس مولدین منتخب آمیزش داده می شوند و خانواده های حاصل از تخم های لقاح یافته در سالن انکوباسیون به صورت جداگانه درون تراف و سینی های مخصوص قرار داده می شوند. پس از تفریخ و تغذیه آغازین، لاروهای هر خانواده به تانک های جداگانه و در یک سالن دیگر منتقل شده و تا رسیدن به اندازه مناسب نشانه گذاری (میانگین وزن ۱۰ تا ۱۵ گرم) پرورش داده می شوند.

تعداد مشخصی از ماهیان هر خانواده به منظور اهداف معینی از جمله آزمون های مواجهه سازی با عوامل بیماری زا، بررسی صفات نرخ رشد، بلوغ جنسی، یازماندگی و کیفیت لاشه ماهیان پرورش یافته در مزارع پرواری نشانه گذاری می گردند. همچنین، از هر خانواده نیز تعدادی ماهی به عنوان کاندیداهای اصلاح نژاد، نشانه گذاری می شوند. کاندیداهای اصلاح نژاد، با توجه به داده های ماهیان تحت آزمون چالش و همچنین اولین بلوغ جنسی ثبت شده در آنها، به عنوان والدین نسل بعدی انتخاب می گردند. در مرحله بعد بر اساس تمام اطلاعات و داده های موجود، خانواده ها رتبه بندی شده تا کاندیداهای اصلاح نژاد انتخاب شوند. بدین صورت چرخه اصلاح نژادبسته شده و تولید گروه جدید خانواده ها آغاز می شود.

۱-۱۰-۲- دو هسته اصلاح نژاد جداگانه و همکار

هسته اصلاح نژادی در دو مرکز یاسوج (موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور) و کلاردشت (سازمان شیلات ایران) ایجاد خواهد شد. این کار سبب افزایش کاندیداهای اصلاح نژاد در دو مکان شده و در صورت شیوع بیماری در یکی از مراکز، نصف ذخائر در مرکز دیگر حفظ خواهند شد. علاوه بر این، اگر خانواده های تولید شده و آزمایشی در هر مرکز به عنوان یک هسته مشترک در نظر گرفته شود، بهبود ژنتیکی افزایش می یابد. این امر مستلزم آن است که هنگام تولید هر کلاس سالانه ماهیان بهبود ژنتیک یافته، تبادل مطمئن ژنتیکی عاری از بیماری با برتری ژنتیکی بالا بین دو مرکز اصلاح نژاد (به عنوان مثال از طریق انجماد اسپرم برخی مولدین نر در هر مرکز) صورت می پذیرد.

۱-۱۰-۳- طراحی آمیزش

به منظور پرورش مجزای خانواده های تنی تا رسیدن به مراحل چشم زدگی، لارو دارای کیسه زرده و تغذیه آغازین در مجموع ۲۵۰ سینی کوچک، دریک سالن تفریخ برای پرورش جداگانه تخم های تازه لقاح یافته در هر دو مرکز قرار داده می شود. همچنین ۲۰۰ تانک کوچک (۰/۶۵ متر مربع) و یک سوله جداگانه (انبار غذا) در هر یک از دو هسته اصلاح نژاد نصب می شوند. بعد از تغذیه فعال در سالن انکوباسیون، لارو ها به مخازن جداگانه، منتقل شده و تا زمانی که به اندازه مناسب برای نشانه گذاری با پیت تگ (میانگین وزنی ۱۲-۱۵ گرم) برسند، نگهداری می شوند.

بهتر است خانواده ها با استفاده از طرح آمیزش فاکتوریل ۲ × ۲ ایجاد شوند که در آن اسپرم هر مولد نر جهت باروری تخمک های دو مولد ماده متفاوت بکار برده شده و یا تخمک های هر مولد ماده با اسپرم دو مولد نر مختلف، لقاح می یابند. روش آمیزشی پیشنهادی دیگر ، آمیزش nested بوده که در آن اسپرم هر مولد نر جهت باروری تخمک های دو مولد ماده مختلف و تخمک های هر مولد ماده توسط اسپرم تنها یک مولد نر بکار برده می شود.

۱-۱۰-٤- پرورش خانواده ها تا زمان نشانه گذاری

در طول دوره پرورش خانواده ها به صورت جداگانه تا رسیدن به اندازه مناسب برای نشانه گذاری، تعداد ماهی ها و وزن یا بیومس آنها بایستی در تمام مخازن تا حد ممکن مشابه بوده و درجه حرارت آب و مدیریت تانک ها از جمله دستکاری ماهی، غذادهی و ... یکسان باشد تا تاثیرات محیطی برخویشاندان تنی (اثر تانک) به حداقل ممکن برسد. به منظور کاهش تعداد ماهیان موجود در هر تانک بدون توجه به اندازه ماهی و به صورت کاملا تصادفی اقدام گردد.. ماهیان دارای ناهنجاری به دلیل ملاحظات مرتبط با رفاه آنها حذف و کشته شوند.

۱-۱۰-۵- نشانه گذاری ماهیان آزمایشی و کاندیداهای اصلاح نژاد

هدف این است که سالانه تعداد تصادفی ماهی از هر ۲۰۰ خانواده در هر دو هسته اصلاح نژاد نشانه گذاری شوند. در زمان نشانه گذاری، ماهیان نشانه گذاری شده برای بررسی هر کدام از صفات و نیز خانواده ها را می توان با هم مخلوط نموده و در یک تانک یا استخر بتنی مستطیل شکل تا زمان انتقال به محیط آزمایشی، پرورش داد. محیط آزمایشی می تواند یک مزرعه پرورشی یا سالن آزمایش مواجهه سازی با عامل بیماری زا باشد.

تعداد کل ماهیان هر خانواده که باید نشانه گذاری شوند، بستگی به مجموعه ای از عوامل دارد که موارد ذیل از آن جمله می باشند:

- تعداد صفات مورد نیاز ثبت شده برای هر خانواده جهت دستیابی به دقت بالای انتخاب ؛
- تعداد صفات لازم برای ارزیابی و بهگزینی ؛
- تعداد مزارع تجاری که خانواده ها در آن مورد آزمایش قرار خواهند گرفت؛
- تعداد کاندیداهای اصلاح نژاد مورد نیاز به منظور ایجاد نسل بعدی خانواده ها با شدت انتخاب بالا در یک محدوده قابل تحمل همخونی؛
- میزان بازماندگی قابل انتظار از زمان نشانه گذاری تا برداشت (ماهیان آزمایشی)و بهگزینی (کاندیداهای اصلاح نژاد)
- نسبت مولدین بالغ نر و ماده در اولین سن بلوغ جنسی (شامل ماهیان ازمایشی و کاندیداهای اصلاح نژاد) و در زمان بهگزینی (کاندیداهای اصلاح نژاد) ؛

به عنوان یک قاعده کلی جهت دستیابی به یک مقدار ارزش اصلاحی دقیق و قابل قبول در هر خانواده و کاندیداهای اصلاح نژاد، رکورد گیری و ثبت اطلاعات حدود ۳۰-۱۵ عدد ماهی در هر خانواده مورد نیاز می باشد. در مورد صفات با توزیع نرمال و وراثت پذیری پایین (از جمله رشد، کیفیت لاشه) و همچنین صفات با فراوانی کم یا زیاد (بلوغ جنسی و بقاء) به تعداد بیشتری نمونه جهت رکورد گیری نیاز است.

توجه به این مسئله ضروری است که قبل از نشانه گذاری ماهی، نباید هیچگونه سورت بندی ماهیان با توجه به اندازه بدن صورت گیرد و همچنین در زمان نشانه گذاری انتخاب ماهی از خانواده ها و تانک ها باید تصادفی باشد.

- تعداد کل ماهیان هر خانواده و مجموع آنها در دو هسته اصلاح نژاد که لازم است نشانه گذاری شوند، با توجه به فرضیات زیر در جدول ۳ ارائه شده است.
- دوره تناوب نسل: دو ساله؛
- ۱۷۵ خانواده خویشاوند نشان گذاری شده، برای هر دوره سنی ماهی در هر سال.؛
- بلوغ زودرس، وزن بدن در زمان برداشت و صفات کیفیت لاشه در یک گروه از ماهی های آزمون در دو مزرعه تجاری ثبت می شود؛
- بلوغ جنسی زودرس در بین کاندیدهای اصلاح نژاد و گروه پشتیبان کاندیداهای اصلاح نژاد ثبت می شود؛
- آزمون مواجهه سازی با عوامل بیماری زا برای صفات مقابله با سه بیماری، برای ۲۰ ماهی از هر خانواده انجام می شود؛
- ۱۵درصد ماهیان با بلوغ زودرس جنسی در بین ماهی های آزمون و کاندیداهای اصلاح نژاد؛
- ۸۵درصد بازماندگی از زمان نشانه گذاری تا زمان برداشت در میان ماهی های آزمون و کاندیداهای اصلاح نژاد؛
- ۷۵درصد ماهیان بالغ طبیعی در بین کاندیداهای اصلاح نژاد در سن دو سالگی.

جدول ۳- تعداد ماهیانی که در هر خانواده و مجموعا در هر دو هسته اصلاح نژادی نشانه گذاری می شوند

نوع ماهی و صفت	تعداد ماهی/ خانواده	تعداد خانواده	تعداد کلی ماهیان
ماهی آزمون			
صفت بلوغ جنسی زودرس، صفات کیفی لاشه، (مزرعه آزمون ۱)	۳۰	۱۷۵	۵۲۵۰
صفت بلوغ جنسی زودرس، صفات کیفی لاشه، (مزرعه آزمون ۲)	۳۰	۱۷۵	۵۲۵۰
IPN	۲۰	۱۷۵	۳۵۰۰

نوع ماهی و صفت	تعداد ماهی/ خانواده	تعداد خانواده	تعداد کلی ماهیان
IHV	۲۰	۱۷۵	۳۵۰۰
VHS	۲۰	۱۷۵	۳۵۰۰
کاندیداهای اصلاح نژاد			
کاندیداها	۱۵۰	۱۷۵	۲۶۲۵۰
کاندیداهای پشتیبان	۷۵	۱۷۵	۱۳۱۲۵
کل	۳۴۵		۶۰۳۷۵

بنابراین، باید در هر یک از دو هسته اصلاح نژاد مجموعا ۳۴۵ ماهی به ازای هر خانواده و مجموعا ۶۰،۰۰۰ ماهی به طور سالانه با پیت تگ نشانه گذاری[1] شوند. در نتیجه در زمان نشانه گذاری تعداد ماهی در هر تانک حداقل ۳۵۰ عدد است البته در عمل حداقل باید ۵۰۰ عدد ماهی باشد؛ زیرا در هر تانک اندازه برخی ماهی ها در هر خانواده برای نشانه گذاری بیش از حد کوچک می باشد. اگر ماهی با وزن متوسط ۲۰-۱۵ گرم نشانه گذاری شود وزن بیومس در هر تانک در زمان نشانه گذاری ۷/۵ تا ۱۰ کیلوگرم یا ۱۵-۲۰ کیلوگرم در هر متر مکعب آب خواهد بود که به شرط وجود جریان آب کافی یک مقدار قابل قبول می باشد.

۱-۱۰-۶- پرورش ماهیان آزمایشی و ثبت اطلاعات صفات

ماهیان آزمایشی از هسته های اصلاح نژاد در دو مزرعه مختلف تجاری که در آنها وضعیت بلوغ جنسی در سنین یک و دو سالگی ثبت می شود، پرورش می یابد. در سال اول ماهیان با بلوغ جنسی زودرس از استخر های دراز و یا تانک ها حذف و کشته خواهند شد. زمانی که ماهی به سایز برداشت رسید ، ماهی ها کشته شده و وزن بدن ، جنسیت، وضعیت بلوغ جنسی نرمال(بر اساس گنادها) آنها باید ثبت شود. در این مراحل هیچ گونه رقم بندی حتی برا اساس اندازه بدن نباید صورت گیرد.

۱-۱۰-۷- پرورش کاندیداهای اصلاح نژاد و ثبت اطلاعات صفات

کاندیداهای اصلاح نژاد را می توان درون استخرهای دراز و تانک ها در هسته اصلاح نژادی یا در یک مزرعه دیگر پرورش داد. در سن یک سالگی وضعیت بلوغ جنسی آنها ثبت شده و ماهی ان بالغ از استخرهای دراز و تانک ها حذف و کشته می شوند. ترجیحا، بهتر است هیچ گونه رقم بندی به عنوان مثال اندازه بدن، قبل از بهگزینی اولیه جلوگیری نمود.

[1] PIT - tagging

۱-۱۰-۸- پیش انتخاب کاندیداهای اصلاح نژادی

در سن حدود ۱/۵ سالگی (در صورت تناوب نسلی دو ساله) تعداد مناسبی از بهترین کاندیداهای بالغ نر و ماده (با توجه به میزان کل ارزش اصلاحی آنها) به عنوان والدین نسل بعدی انتخاب می شوند. منظور از تعداد مناسب این است که تعداد ماهیان بیشتری از آنچه برای دوره یکساله مورد نیاز است، انتخاب شوند، چون ممکن است برخی از ماهی ها قبل از بلوغ و تکثیر در مراحل بعدی از بین روند. کاندیداهای اصلاح نژاد اضافی را می توان به منظور تولید تخم چشم زده تجاری و بچه ماهی انگشت قد بکار برد.

۱-۱۰-۹- پیش بینی ارزش اصلاحی

ارزش اصلاحی یک خانواده برای صفات ثبت شده در ماهی های آزمون (مانند رشد، سن در اولین بلوغ جنسی، صفت کیفیت لاشه، صفات مقاومت به بیماری) و در کاندیداهای اصلاح نژاد (سن در اولین بلوغ جنسی) برای هر خانواده خویشاوند تنی محاسبه می گردد. ارزش اصلاحی خانواده برابر است با مجموع ارزش کل اصلاحی خانواده برای همه صفات با استفاده از نسبت وزنی صفات که نشانگر ارزش اقتصادی آن صفت در تولید می باشد. پیش انتخاب کاندیداهای اصلاح نژاد، براساس این ارزش کل اصلاحی خانواده خواهد بود.

پس از آنکه عملیات پیش انتخاب انجام و وزن بدن تمامی کاندیداهای اصلاح نژاد شده ثبت گردید ارزش اصلاحی انفرادی برای تمام مولدین پیش بهگزینی شده بدست خواهد آمد. براساس این ارزش اصلاحی بدست آمده ، بهگزینی نهایی میان مولدین نر و ماده منتخب در زمان مناسب قبل از تخم کشی و تولید خانواده های جدید یک ساله انجام خواهد شد.

۱-۱۰-۱۰- کنترل نرخ همخونی

همخونی بدون شک منجر به کاهش تنوع ژنتیکی و حتی کاهش کارایی صفات خواهد شد (افت ناشی از همخونی). صفات سلامت جسمی مانند، باروری (مانند تعداد و قابلیت تفریخ تخم ها)، بدشکلی ها، بازماندگی ، رشد در لاروها و ماهیان بالغ، بیشترین تاثیر از افت ناشی از همخونی را می پذیرند. کاهش تنوع ژنتیکی افزایشی[1] ناشی از همخونی باعث کاهش پتانسیل بهبود ژنتیکی بیشتر می گردد.

با توجه به دلایل گفته شده در بالا، محدود سازی نرخ همخونی در جمعیت های هسته اصلاح نژاد مهم است و نبایستی بیش از یک درصد در هر نسل(ΔF=۰/۰۱) افزایش یابد. در طی سه تا چهار نسل اول نرخ همخونی بوسیله جلوگیری از آمیزش خویشاوندان نزدیک (مانند خویشاوندان تنی و ناتنی) قابل کنترل می باشد. در نسل های بعدی یک استراتژی پیشرفته تر با قابلیت ردیابی شجره ای تمامی کاندیداهای اصلاح نژاد که به جمعیت

[1] Additive genetic variation

پایه بر می گردد مورد نیاز بوده و ترجیحا بکارگیری روش انتخاب بر مبنای مشارکت بهینه[1](OCS) جهت دستیابی به بهبود ژنتیکی بالاتر با یک نرخ مشخص از همخونی، بکار گرفته شود.

۱-۱۰-۱۱- انجماد اسپرم

اسپرم برخی مولدین نر جهت تولید جمعیت سالانه جهت ایجاد روابط ژنتیکی کافی بین خانواده های مشابه تولید شده در هر دو هسته اصلاح نژادی و نیز ارتباط ژنتیکی نتاج-مولدین بین نسل های مختلف باید منجمد گردد. با این رویکرد، ارزش های اصلاحی نا اریب[2] از این دو هسته اصلاح نژادی بدست خواهد آمد که در نتیجه شدت بهگزینی و متعاقبا بهبود ژنتیکی بالاتر قابل دستیابی می باشد. پیش بینی ارزش های اصلاحی نا اریب در بین نسل ها منجر به پیش بینی نا اریب بهبود ژنتیکی کلی خواهد شد. برای اهداف مشابهی، باید اسپرم تعداد کمی از مولدین نر جهت تولید جمعیت پایه یک ساله در هر مرکز منجمد گردد.

۱-۱۱- برنامه زمانی و کاری - با فرض فاصله تناوب نسلی دو ساله

یک تقویم اجرایی و برنامه کاری برای دو جمعیت پایه بر اساس رده های سنی متفاوت، با فرض فاصله نسلی دو ساله (جدول ۱ را ببینید) در جدول ۴ نشان داده شده است. ثبت اطلاعات والدین (طی تولید خانواده ها)، اطلاعات خانواده ها (در طول تفریخ و غذادهی تا زمان نشانه گذاری انفرادی) ، اطلاعات انفرادی (ماهی آزمون و کاندیداهای اصلاح نژاد) و همچنین اطلاعات صفات که در طی کل دوره زندگی ثبت می شوند. لازم است جزئیات این کار (زمان و نحوه) در یک مرحله دیگر بررسی شود، اما خلاصه آن به شرح ذیل است:

- **تفریخگاه:** برای هر مولد ماده یا هر خانواده: تعداد و میزان تخم، اندازه تخم، درصد تخم چشم زده، درصد لارو تفریخ شده، درصد تلفات لارو تا تغذیه آغازین.
- **تغذیه آغازین:** درصد تلفات لارو و ماهیان انگشت قد تا زمان نشانه گذاری، وزن بدن ماهیان نشانه گذاری شده.
- **گروه های آزمون چالش بیماری:** ثبت تلفات ماهی و زمان تلفات در کل دوره آزمون چالش بیماری
- **دیگر گروه های ماهیان آزمون:** ثبت بلوغ زودرس جنسی و ماهیان نابالغ. ماهیان دارای بلوغ زودرس بایستی از تانک ها یا استخرهای دراز حذف شوند. وزن بدن مطلوب بازار و صفات کیفیت لاشه در این وزن، جنسیت تمامی ماهی ها براساس بررسی گنادها.
- **کاندیداهای اصلاح نژاد:** ثبت بلوغ زودرس و ماهیان نابالغ. ماهیان دارای بلوغ زودرس بایستی از تانک ها یا استخرهای دراز حذف شوند. ثبت اطلاعات انفرادی وزن بدن مطلوب بازار، بلوغ جنسی طبیعی و ماهیان نابالغ و جنسیت آنها (نرهای بالغ، ماده های بالغ و نابالغین) در زمان پیش انتخاب کاندیداهای اصلاح نژاد.

[1] Optimal contribution selection
[2] Unbiased breeding values

جدول٤- برنامه زمانی و کاری با فرض فاصله تناوب نسلی دو ساله

فعالیت	سال ۲۰۱۹						سال ۲۰۲۰						سال ۲۰۲۱					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۱	۲	۳	٤	٥	٦
نسل صفر رده سنی ۱-۰ سال ، به عنوان مثال ۲۰۱۹																		
تولید خانواده های خویشاوند تنی و ناتنی	*																	
انکوباسیون و تفریخ		*																
شروع تغذیه و فعال و نگهداری خانواده ها در مخازن جداگانه		*																
نشانه گذاری ماهی های آزمون و کاندید های اصلاح نژاد						*												
آزمون های چالش برای مقاومت در برابر بیماری های خاص							*											
ثبت اطلاعات بلوغ زودرس جنسی بر روی ماهیان آزمون و کاندیداهای اصلاح نژاد						*												
ثبت وزن بدن در موقع برداشت و صفت کیفیت لاشه در مزارع آزمون										*								
بهگزینی کاندیداهای اصلاح نژاد											*							
نسل صفر،رده سنی ۰-۱ سال ، به عنوان مثال۲۰۲۰																		
تولید خانواده های خویشاوند تنی و ناتنی							*											
انکوباسیون و تفریخ								*										
شروع تغذیه فعال و نگهداری خانواده ها در مخازن جداگانه								*										
نشانه گذاری ماهی های آزمون و کاندیداهای اصلاح نژاد											*							
آزمون های چالش برای مقاومت در برابر بیماری های خاص													*					
ثبت اطلاعات بلوغ زودرس جنسی بر روی ماهیان آزمون و کاندیداهای اصلاح نژاد												*						
ثبت وزن بدن در موقع برداشت و صفت کیفیت لاشه در مزارع آزمون																*		

۱-۱۲- انتشار بهره ژنتیکی

به دلیل محدودیت نرخ همخونی نمی توان در هسته های اصلاح نژاد از مزیت هماوری بالا در گونه های مختلف ماهیان شوداستفاده نمود. در تولید ماهیان پرواری، به دلیل اینکه ماهیان بعد از دوره پرورش نهایتاً کشته خواهند شد، نرخ همخونی بلند مدت حائز اهمیت نیست. در نتیجه، بهگزینی با شدت بسیار بالا قابل استفاده بوده ولیکن باید توجه داشت در شرایط محدودیت عدم آمیزش خانواده های تنی و ناتنی که منجر به افت ناشی از همخونی برای صفات انتخابی می شود، نباشد. بهبود ژنتیکی بدست آمده در هسته های اصلاح نژاد می تواند متعاقبا در واحدهای تکثیر با یک حداقل تاخیر زمانی به طور موثری گسترش یابد. از تخم ها و اسپرم های مازاد مولدین بکار گرفته شده، می توان برای تولید ماهیان پرواری استفاده نمود، همچنین از مولدین مازاد خانواده های برتر جهت ایجاد نسل بعدی استفاده کرد:

از آنجایی که هسته اصلاح نژادی صنعتی با هدف تولید بالا ایجاد شده اند (به عنوان مثال با هدف ۸۰۰ میلیون تخم چشم زده)، تاسیس واحدهای تکثیر حدواسط، مورد نیاز می باشد. این واحدهای حدواسط می توانند مزارع خصوصی بوده که تخم چشم زده، لارو یا ماهی انگشت قد از بهترین مولدین بهگزین شده هسته های اصلاح نژاد را دریافت نموده و آنها را تا رسیدن به مرحله بلوغ پرورش می دهند و سپس تخم چشم زده تولید شده در مراحل بعدی به مراکز حد واسط (مراکز تولید بچه ماهی انگشت قد) و یا مستقیما به مزارع پرواری فروخته خواهند شد. جهت جلوگیری از آمیزش ماهیان خویشاوند در زمان تولید ماهیان پرواری، واحدهای حدواسط بایستی حداقل دو گروه غیر خویشاوند از ماهیان را از هسته های اصلاح نژادی دریافت نمایند که این ماهیان پرواری بوسیله تلاقی نرهای یک گروه با ماده های گروه های دیگر و یا برعکس قابل تولید می باشند.

پرورش دهندگان ماهیان پرواری و مراکز تکثیر می توانند ماهیانی که میزان بالاتر یا پایین تری از میانگین سطح ژنتیکی موجود در هسته های اصلاح نژاد را نشان می دهند و یا ماهیان با خصوصیات ژنتیکی مناسب مزارع پرورشی خود و یا سایر بازارها را سفارش دهند. به عنوان مثال ماهیان پرواری از بهترین مولدین هسته های اصلاح نژادی برای یک یا تعدادی صفت مورد تقاضا قابل تولید می باشند، اما در مقابل هسته های اصلاح نژاد بهگزینی را برای ژنوتیپ تجمعی کلی استفاده می کنند، این بدین معنی است مولدین بهگزینی شده نر و یا ماده با استفاده از نشانگرهای مولکولی و انتخاب ژنومی برای صفات مطلوب مورد نیاز و یا محیط های پرورشی خاص و بازارهای مختلف قابل انتخاب می باشند.

یک گزینه ایجاد لاین های بهگزین شده مجزا خارج از هسته های اصلاح نژاد است. تحت این شرایط هر لاین انتخابی با استفاده از نرهای با ارزش اصلاحی با صحت بالا برای صفات مورد نظر تولید می شود و مولدین ماده اصلاح نژاد شده از لاین حاصل از بهگزینی انفرادی، برای صفاتی که قابل ثبت در مولدین زنده هستند یا بهگزینی MAS یا GS ، تولید می گردند.

می بایست یک قرارداد بین واحدهای تکثیر و مراکز اصلاح نژاد به منظور چگونگی پرورش ماهی های اصلاح نژاد یافته تا بلوغ جنسی، بهگزینی و جفت گیری و همچنین حفظ منافع اقتصادی مراکز اصلاح نژاد از سود عادلانه حاصل از دستیابی این واحدها به منابع اصلاح نژاد یافته منعقد شود. تقسیم منافع اقتصادی عادلانه برای بهبود بیشتر مواد ژنتیکی در مراکز هسته اصلاح نژادی حائز اهمیت میباشد.

۱-۱۳- ذخیره سازی امن داده ها در پایگاه اطلاعاتی

لازم است برای ثبت اطلاعات شجره نامه و صفات تکنولوژی کارآمدی استفاده گردد. بایدداده ها در یک پایگاه اطلاعاتی مناسب ذخیره شده تا افراد مجاز در هر مکان و هر زمان قابلیت دسترسی به این داده ها را داشته باشند. تمامی تلاش ها بایستی در جهت جلوگیری از ثبت دستی داده ها باشد . به عنوان مثال پیت تگ، بارکد خوان و ترازو با امکان انتقال مستقیم داده ها به کامپیوتر، به کار گرفته شود. در حالت ایده آل، تنظیم پایگاه داده به این معنی است که داده های جمع آوری شده مستقیماً و بدون نیاز به مداخله بیشتر به فایل های مناسب اضافه می شوند، بنابراین به گونه ای ذخیره می شوند که پس از آن به راحتی قابل تجزیه و تحلیل باشند.

همچنین سیستم پشتیبان گیری ایمن از داده ها به منظور اطمینان از یکپارچگی و دائمی بودن داده های جمع آوری شده به طور منظم مورد نیاز است. ترازو و پیت تگ و بارکد را می توان خریداری کرد، در حالی که نرم افزارهای بخش های مختلف همانند پایگاه داده جهت ذخیره سازی داده ها، باید با توجه به اهداف پروژه توسعه یابند.

۱-۱٤- ایجاد دانش

اجرای یک برنامه اصلاح نژادی و بهگزینی نیازمند پرسنل کلیدی آموزش دیده در زمینه ژنتیک کمی و ژنومیک و ترجیحا چند سال تجربه عملی در زمینه اصلاح نژاد گونه های آبزیان می باشد. بنابراین، باید در هر هسته اصلاح نژادی برای استخدام حداقل یک نفر با دانش فوق، یا برنامه ریزی برای آموزش حداقل دو نفر دانشجوی دکترا تلاش شود. اگر دست یابی به این دانش در ایران در آن زمان مقدور نباشد باید حداقل بخشی از آموزش در یک موسسه علمی یا دانشگاه خارج از کشور برگزار گردد. از آنجایی که آموزش فوق چندین سال طول خواهد کشید، پشتیبانی علمی یک فرد با تجربه در طی یک دوره حداقل پنج ساله لازم می باشد. تولید دانش برای کارشناسان فنی در هر مرکز در تمام جوانب اجرای یک برنامه اصلاح نژاد مانند پرورش بهینه و زمان مناسب استحصال تخم از مولدین منتخب ، لقاح تخم به منظور ایجاد خانواده های خویشاوند تنی و ناتنی، پرورش آنها در تانک و سینی های مجزا تا رسیدن به وزن مناسب جهت تگ زنی، واکسیناسیون، ثبت صفات در ماهیان آزمون و مولدین انتخابی طی پیش انتخاب و انتخاب نهایی کاندیداهای اصلاحی، حائز اهمیت است. تمام این موارد نیازمند پرسنلی دقیق، با مهارت و کوشا می باشد که این مهارت ها طی چندین سال بدست آمده اند.

به منظور شروع یک برنامه اصلاح نژادی کارآمد، پیشنهاد می شود حداقل دو نفر از پرسنل فنی از هر دو هسته اصلاح نژاد در یکی از مراکز اصلاح نژاد خارج از کشور آموزش های لازم را کسب نمایند (در صورت امکان). این آموزش می تواند در مدت ۴ تا ۵ دوره کاری یک ماهه در طول یک برنامه اصلاح نژاد انجام شود؛ به عنوان مثال، در طی تولید و انکوباسیون خانواده ها، تغذیه آغازین لارو ، تگ زنی ، ثبت صفات در ماهی آزمون و پیش بهگزینی و بهگزینی نهایی کاندیداهای اصلاح نژاد می تواند اجرا گردد.

۱-۱۵- تعداد نیروی انسانی مورد نیاز در هر هسته اصلاح نژاد

تجربه مراکز اصلاح نژاد مشابه در نروژ نشان می دهد که ۸-۶ کارشناس فنی آموزش دیده در هر یک از هسته های اصلاح نژاد مورد نیاز است. در فصل تولید تعداد بیشتری پرسنل تا ۴-۳ نفر مازاد بر روزهای عادی به منظور ایجاد خانواده، تگ گذاری، ثبت اطلاعات ماهی های آزمون، کاندیداهای اصلاح نژاد و انتخاب کاندیداهای اصلاح نژاد مورد نیاز خواهد بود. علاوه بر این موارد به یک مدیر متخصص، یک مسئول تعمیرات و نگهداری، حداقل یک متخصص و یک نیروی اداری و پشتیبانی نیاز هست.

۲- برنامه های تخصصی هسته های اصلاح نژاد

۲-۱- مقدمه

بخش سوم این طرح ملی، اطلاعات کلی در مورد برنامه تخصصی هر یک از دو هسته اصلاح نژاد کلاردشت و یاسوج ارائه داده که لازم است جهت تهیه الزامات مندرج در برنامه اصلاح نژاد بخش قبل، توسعه و گسترش یابد.

هدف بلند مدت این برنامه ملی، تولید یک سویه قزل آلای رنگین کمان ایرانی با کیفیت بهداشتی و ژنتیکی بالا ،سازگار با شرایط مزارع پرورشی ایران و در نهایت خودکفایی ایران در تولید تخم چشم زده ماهی قزل آلای رنگین کمان می باشد. اجرای برنامه اصلاح نژاد در بلندمدت سبب شده واردات تخم چشم زده به داخل کشور بسیار کم و یا نزدیک به صفر برسد و در نتیجه پیامدهای سوء ناشی از این واردات از جمله بیماری ها کاهش یابد. این پروژه با افزایش محصول نهایی، یعنی ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورشی در جمهوری اسلامی ایران، با تاثیر بر بهبود امنیت غذایی و معیشت مردم، اشتغال افرادی که در تولید، توزیع و مصرف ماهی پرورشی فعالیت دارند را بهبود خواهد داد.

هر مرکز اصلاح نژاد شامل بخش های انکوباسیون، تانک های لارو دارای تغذیه فعال ، بخش تگ گذاری ماهیان در مرحله ی۲۰-۱۵ گرمی، سالن مواجهه سازی با عامل بیماری زا یا آزمون چالش و سالن پرواری (سنجش صفت های مرتبط با رشد) می باشد.

بخش پرورش ماهی بعنوان بخشی از یک برنامه اصلاح نژاد ، نیاز به تجهیزات ، چیدمان و مدیریت ویژه دارد. هر گروه از والدین و فرزندان پرورش یافته اصلاحی، باید در زمان روند تفریخ، تغذیه اولیه و رشد، تا زمان تگ گذاری ، جداگانه نگهداری شود. در ادامه می توان والدین و فرزندان را برای صفات خاص با توجه به بازار پسندی و جنبه اقتصادی آنها، بهگزینی نمود. همچنین، به منظور مقایسه صحیح گروه های ماهی به عنوان بخشی از کار انتخاب ژنتیکی و حذف تاثیر تانک[1]، باید تمام شرایط از جمله جریان آب، دما، اکسیژن، نور، جابه جایی ماهی وتغذیه یکسان و مشابه در نظر گرفته شود.

در بخش زیر، ملاحظات اصلی و نیازهای توسعه ای برای هر دو هسته اصلاح نژاد، یعنی کلاردشت و یاسوج شرح داده شده است.

۲-۲- مرکز کلاردشت

مرکز کلاردشت درمنطقه کوهستانی نزدیک روستای رودبارک در منطقه کلاردشت، در ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. آب مهمترین نیاز برای فعالیت پرورش ماهی است و باید کیفیت و کمیت لازم

[1]Tank effects

را برای این فعالیت داشته باشد. مرکز کلاردشت در یک منطقه ویژه، نزدیک به انتهای یک دره و در طول رودخانه سردابرود قرار گرفته است که منبع آبی اصلی برای مرکز است.

همچنین آب چشمه ای که از یک چاه بزرگ در نزدیکی تامین شده و به مرکز وارد می شود بسیار با ارزش است..به منظور برنامه توسعه ملی، باید این منبع چشمه به عنوان منبع اصلی تامین آب مرکز اصلاح نژاد جدید باشد. آب چشمه در مقایسه با نوسانات زیاد دمای آب رودخانه سردآبرود دارای مزایای زیادی، ازجمله دمای یکنواخت است (جدول ۵).

از آنجایی که رودخانه ای که از مرکز عبور می کند، از کوهستان مرتفع سرچشمه گرفته است، دارای مشخصات دمایی است که تحت تأثیر این امر قرار دارد. دما بین تابستان و زمستان تغییرات زیادی دارد (جدول ۵) و به شدت تحت تأثیر آب و هوای محلی است. تغییرات دمای روزانه آب زیاد است و در طول فصل پاییز مواد معلق زیادی در رودخانه جریان می یابد که به راحتی از طریق کاهش کیفیت آب، مشکلاتی را برای مرکز ایجاد می کند. یکی دیگر ازخطرات استفاده ازآب رودخانه داشتن ماهی وحشی در رودخانه سردابرود است که می تواند باکتری های ناخواسته را وارد مزرعه کند.

بنابراین، یافتن سایر منابع چشمه یا منابع آب زیرزمینی در منطقه نزدیک مزرعه، برای افزایش مقدار آب موجود در مرکز اصلاح نژاد، با توجه به کافی نبودن آب چاه موجود، بسیار مهم خواهد بود (جدول ۵). توپوگرافی دره کلاردشت متشکل از یخ رُفت[1] است که به گفته مردم محلی، امکان کشف این منابع اضافی آب چشمه و زمینی را فراهم می کند.

جدول ۵ - منابع آبی در مرکز کلاردشت

نوع منبع آبی	میزان اب (لیتر در ثانیه)	دمای آب (درجه سانتی گراد)
رودخانه سردآبرود	۳۰۰-۵۰۰	۱-۱۸
آب چشمه	۶۰-۷۰	۱۱-۱۲
آب زیرزمینی	موجود بوده ولی استفاده نشده است. برای منابع آب زیرزمینی لازم است، آزمایشات آب صورت گیرد.	۱۱-۱۲ ^{0}

وجود آب کافی و با کیفیت شیمیایی مناسب و در محدوده ای از درجه حرارت که برای رفاه و رشد ماهی مناسب است، پارامتر اصلی برای مکان مناسب برای پرورش است. در مورد دما، تنظیم ازطریق گرمایش و یا سرمایش امکانپذیر بوده، اما هزینه بر می باشد. کیفیت آب نیز می تواند بهینه شود، اما ممکن است دوباره پر هزینه باشد. هنگامی که مقدار آب محدود است، استفاده از تکنولوژی های جدید ضروری بوده تا آب دارای کیفیت و کمیت مناسب را از طریق سیستم های بازچرخانی فراهم نماید.

[1] Moraines

باتوجه به مقررات و قوانین امنیت زیستی، پیشنهاد می گردد تنها از آب های زیرزمینی و چشمه ای در مرکزکلاردشت استفاده کنید که البته نیاز به بهره برداری منابع جدید چشمه و آب زیرزمینی وجود دارد. برآورد آب مورد نیاز در جدول ۶ ، برای مرکزاصلاح نژاد جدید در کلاردشت، با اشاره به فعالیت ها، مشخصات و تعداد ماهیان درگروه های مختلف ذکر شده در فصل اول ارائه شده است.

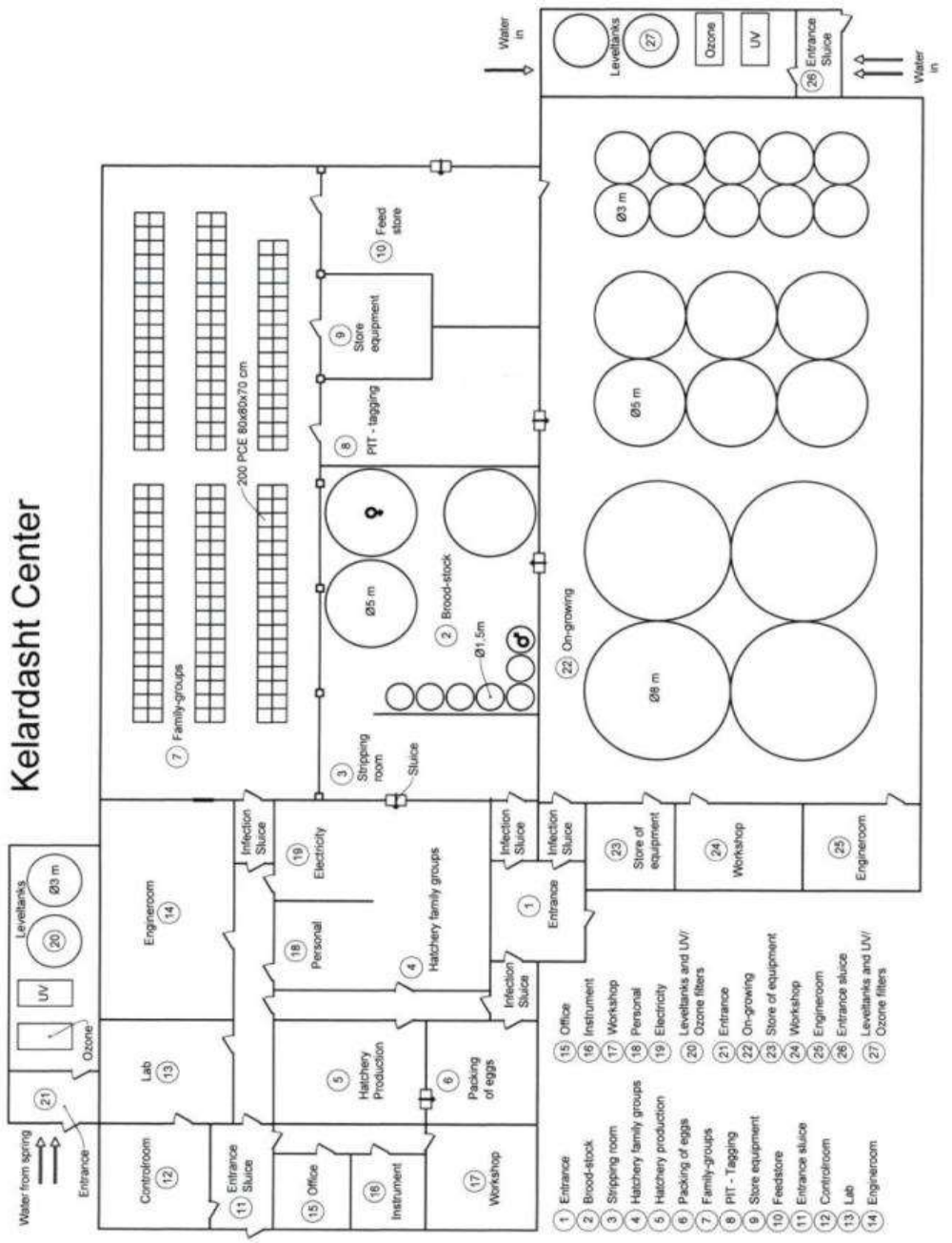
جدول ٦-محاسبه آب مورد نیاز برای فعالیت های مختلف مرکز اصلاح نژاد کلاردشت

فعالیت ها	مکان مورد استفاده	نیاز آبی لیتر بر دقیقه	نیاز آبی لیتر در ثانیه
خانواده های سالن انکوباسیون	انکوباتورهای comphatch یا سازه های محلی	۲۵۰-۳۰۰	۴-۵
تولید سالن انکوباسیون	سیلندرها	۲۵۰-۱۰۰۰	۴-۱۷
گروه ماهی با شروع غذادهی	۲۰۰ گروه خانوادگی	۱۲۰۰-۱۵۰۰	۲۲-۲۵
کاندیداهای اصلاح نژاد	۱۷۵۰۰ عدد ماهی (۲-۱.۵ گرم)	۴۵۰۰	۷۵
نسل دوم ماهی		۲۰۰۰	۳۵
ماهی مولد	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ عدد ماهی ۲/۵ کیلوگرمی	۱۸۰۰	۳۰
جمع کل		**۱۰۸۰۰**	**۱٦۰**

نیاز تخمینی آب همیشه مربوط به بالاترین زیست توده است که در زمان های مختلف سال اتفاق می افتد. باید به این نکته توجه داشت که حداکثر نیاز آبی هر گروه از ماهیان هیچ وقت مانند آن چه که در جدول ارائه شده است ، ۱۰ متر مکعب، نخواهد بود.

طرح کلی پیشنهادی برای مرکز اصلاح نژاد کلاردشت در شکل شماره ۸ نشان داده شده است. هسته اصلاح نژاد، بخشی بروز شده از مرکز بازسازی ذخائر فعلی کلاردشت است.

قبل از اینکه مهندسین و متخصصین شروع به تهیه نقشه دقیق ساختمان نمایند، لازم است طراحی ، شیب بندی ها و زیر ساخت های داخلی ، طبق قوانین مربوط به امنیت زیستی توسط سازمان دامپزشکی ایران (IVO) تأیید گردد.



شکل ۸- طرح جدید پیشنهادی مرکز اصلاح نژاد کلاردشت (برای توضیح شماره‌ها به متن ذیل مراجعه کنید.)

توضیحات ذیل با شماره های مذکور، بخش های مختلف و موارد بیشتری را در خصوص طراحی و زیر ساخت های شکل شماره ۸ ارائه می دهد.

شماره ۱- ورودی اصلی: شماره ۱ورودی اصلی مرکز اصلاح نژاد است. از آنجا که ساختمان اصلی مورد نیاز برای ایجاد مرکز اصلاح نژاد یک ساختمان قدیمی ساخته شده از بتن است، محدودیت برای بهینه سازی زیرساخت ها وجود داشته و لازم است علاوه بر ورودی شماره ۱ حداقل دو ورودی اضافه ساخته شود. یک ورودی اضافی (شماره ۲۱) در بخشی که مخازن، اشعه UV و فیلتر ازن برای تامین سالن انکوباسیون، مولدین و جایی که هفت خانواده قرار دارند، لازم است. یک ورودی اضافی (شماره ۲۶) برای دسترسی آسان به مخازن بخش پرواری[1] مورد نیاز است. هیچ یک از این دو ورودی (۲۱ و ۲۶) به سایر بخش های مزرعه دسترسی ندارند. از ورودی اصلی (شماره ۱) خدمه به بخش مولدین، به تأسیسات تخم کشی و بخش پروار بندی، دسترسی خواهند داشت. روی نقشه، ورودی دیگری (شماره ۱۱) را مشاهده می نماید که یک ورودی قدیمی بوده و طبق مقررات می تواند استفاده یا مسدود شود. به دلایل اجرایی، فاصله کمی تا دفتر و اتاق کنترل وجود دارد که باید از ورودی شماره ۱۱ همچنان استفاده شود، در این صورت لازم است که اعمال اقدامات ایمنی زیستی شدیدی هنگام حرکت بین مرکز اصلاح نژاد و بقیه مرکز مورد توجه قرار گیرد.

شماره۲- اتاق نگهداری مولدین: ذخائر مولدین انتخاب شده از واحد پرواربندی (شماره ۲۲) بسته به شرایط دمایی، تقریباً ۱ تا ۳ ماه قبل از انجام فعالیت تخم کشی، با هدف هماهنگی زمان رسیدگی جنسی[2] و تخم کشی به اتاق مولدین (شماره ۲)[3]منتقل شوند. رسیدگی جنسی کم و بیش همزمان گروه های خانواده، یک مزیت است. ماهی باید از طریق دریچه دیواره بین اطاق ها منتقل شود.

شماره ۳- اتاق تخم کشی: اتاق تخم کشی نیاز به فضا به منظور انجام فعالیت های لازم و تخلیه تخمک و اسپرم داشته که نزدیک به تانک ماهی و مکانی که عملیات لقاح در آنها انجام می شود، اما دور از مناطقی که آب در آن وجود دارد، قرار دارد، زیرا حتی مقدار کمی آب می تواند به تخم ها آسیب رساند. تخم های بارور شده، برای انکوباسیون در سینی ها یا استوانه ها از طریق دریچه انتقال تخم، به سالن انکوباسیون خانواده ها (شماره ۴) یا سالن انکوباسیون تخم و بچه ماهی(شماره ۵) منتقل می شوند.

شماره ٤- انکوباسیون/ تفریخ خانواده ها: تخمک خانواده های مختلف بعد از لقاح ، درسیستم انکوباسیون کامپ هتچ[4] (شکل ۹)، انکوباتورهای جداگانه، یا سیستم های منطبق با شرایط بومی انکوبه خواهند شد. بررسی انواع مختلف سیستم های انکوباسیون محلی در مقایسه با سیستم های موجود بسیار مهم است. تجهیزات انکوباسیون با طراحی مناسب با وجود گران قیمت بودن می توانند در طولانی مدت مقرون به صرفه تر باشند و

[1] On-growing
[2] Ripening
[3] Stripping
[4] Comp Hatch

این نکته بسیار مهمی است. شرایط انکوباتورهای مجزا برای نگهداری جداگانه ۲۰۰ گروه تخم، ، از نظر جریان آب، میزان اکسیژن، نور، درمان های پیشگیرانه در برابر قارچ و اختلالات احتمالی، بایستی یکسان باشد. بنابراین از بروز تفاوت های ناشی از تانک پرورشی " که روند انتخاب ژنتیکی را متاثر می کند جلوگیری به عمل می آورد. اتاق انکوباسیون به تجهیزاتی به منظور جداسازی تخم های چشم زنده از تخم های مرده و نیز رقم بندی آنها به صورت دستی و یا خودکار نیاز دارد.

شماره ٥- تولید سالن انکوباسیون: در زمان تکثیر ۲۰۰ گروه خانواده، هر مولد ماده بهگزین شده تعداد ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ عدد تخم تولید می نماید که از این تعداد تنها ۵۰۰ عدد تخم به ازاء هر ماهی جهت برنامه اصلاح نژاد مورد نیاز می باشد. تخم های مازاد هر ماهی ماده بهگزین شده به منظور تولید و پرورش به واحدهای حدواسط و یا سایر مراکز اصلاح نژاد در دسترس سپرده می شوند.

شماره ٦- بسته بندی تخم ها: در طول مراحل تولید ۲۰۰ گروه خانواده، حجم زیاد تخم به منظور تولید داخلی، فروش به مزارع همکار، یا فروش در بازار وجود دارد. اتاق بسته بندی باید دارای امکاناتی برای ضدعفونی تخم با بوفودین[1] (ضدعفونی کننده تخم با پایه ید) یا انواع دیگر ضدعفونی که توسط سازمان دامپزشکی دارای مجوز لازم بوده، باشد. تخم ها قبل از فروش باید با استفاده از این مواد ضدعفونی شوند. دراتاق بسته بندی تخم باید فضای کافی برای ذخیره سازی اقلام و تجهیزات بسته بندی و نیز حمل و نقل تخم وجود داشته باشد.

شماره ۷- گروه خانواده با شروع غذادهی: لازم است در این اتاق ۲۰۰ تانک برای ۲۰۰ گروه خانواده که به مرحله تغذیه فعال رسیده اند نصب شود. در هنگام نصب این تانک ها باید دقت شود که تمام شرایط از جمله منبع تأمین آب، سرعت جریان، سطح اکسیژن، شرایط نوری، شرایط استرس و تغذیه یکسان باشند. تغذیه باید توسط غذاده های اتوماتیک انجام شود تا از یکسان بودن میزان تغذیه و نوع غذادهی اطمینان حاصل شود. به همین ترتیب، بسیار مهم است که فعالیت روتین مدیریتی، به عنوان مثال حذف ماهی مرده، اندازه گیری کیفیت اکسیژن، آب و میزان جریان، در تمام ۲۰۰ مخزن به طور یکنواخت انجام شود.

شماره ۸- اتاق تگ گذاری ماهیان[2]: وقتی ماهی به اندازه ۱۵ تا ۲۰ گرم رسید، گروه های مختلف درجه بندی شده و تعدادی از آنها (تعداد مطابق با برنامه اصلاح نژاد ارائه شده درقسمت اول گزارش) برای نشانه گذاری به اتاق تگ زنی منتقل می شوند. کاندیداهای تگ دار شده ، از طریق دریچه حدواسط ، از اتاق تگ گذاری (شماره ۸) به مخازن پرواری (شماره ۲۲) منتقل می شوند. راحت ترین و بهترین روش حمل و نقل ماهی با استفاده از پمپ ماهی و شیلنگ های انعطاف پذیر است. اتاق نشانه گذاری باید قبل از تگ زدن، به امکاناتی برای بیهوشی ماهی مجهز باشد.

[1] Buffodine
[2] Pit-tagging

شماره ۹- انبار تجهیزات: وقتی ماهی درمرحله شروع تغذیه و در مرحله پرواری در سالن گروه خانوادگی (شماره ۷) است، تجهیزاتی مانند پمپ های ماهی، شیلنگ های انعطاف پذیر و دستگاه های سورت بندی باید به راحتی در دسترس کارکنان قرار گیرند. این تجهیزات باید به دلایل علمی درکنار اتاق شماره ۷ نگهداری شود. همچنین انبار باید محلی برای تجهیزات ضروری دیگر مانند دستگاه با فشار بالا برای تمیزکردن، تورهای عمیق، صابون و مواد شوینده برای تمیز کردن و ضدعفونی و سایر تجهیزات باشد.

شماره ۱۰- انبارخوراک ماهی: خوراک مورد نیاز برای اتاق خانواده ها (شماره ۷) و پرواری ها (شماره ۲۲) باید در یک انبار خشک و ایمن نگهداری شود (شماره ۱۰). خوراک از طریق دریچه ، ازخارج ساختمان به این اتاق تحویل داده می شود.

شماره ۱۱- بخش ورودی: این بخش می تواند به عنوان یک ورودی اضافی در نظر گرفته شود که البته نیاز به اعمال نظرات سازمان دامپزشکی همانند شماره یک دارد.

شماره ۱۲- اتاق کنترل: این اتاق به عنوان یک اتاق کنترل ، ناظر بر جمع آوری انواع داده ها و اطلاعاتی که در هنگام اجرای برنامه اصلاح نژاد تولید شده است، می باشد. همچنین شامل سیستم های هشدار و دوربین های نظارتی لازم برای قرارگیری دراتاق های شماره ۲۴، شماره ۲۶ و بخش گروه های خانوادگی (شماره ۷) و بخش پرواری (شماره ۲۲) است.

شماره ۱۳- آزمایشگاه: داشتن یک آزمایشگاه مجهز برای مرکز اصلاح نژاد یک نیاز اساسی است. این اتاق شامل تمام تجهیزات و دستگاه های لازم جهت انجام آزمایشات تخصصی به عنوان یک مرکز اصلاح نژاد خواهد و نیز انجام آزمایش ساده پارامترهای کیفیت آب، مانند اندازه گیریpH ، میزان CO_2 و سایر موارد در این اتاق، انجام خواهد شد.

شماره ١٤-موتورخانه: موتورخانه برای رسیدگی به شرایطی که منبع دائمی برق ، به طور موقت قطع شده مورد نیاز است. درصورت لزوم باید دارای ژنراتورهای اضطراری با توان کافی برای اجرای عملکردهای اساسی در هسته اصلاح نژاد باشد. همچنین بسیار مهم است که ژنراتور اضطراری فوراً پس از قطع برق، فعال شود و از این رو یک عملکرد کاملاً خودکار داشته باشد. قطع شدن منبع اصلی برق، باید همیشه به عنوان فعالیتی خطرناک تلقی شده و سریعاً به آن پاسخ داده شود. موتورخانه باید دارای ژنراتورهای اضطراری کافی برای تأمین نیازهای کامل برق ازجمله پمپاژ آب، تولید اکسیژن و سایر عملکردهای مهم تخصصی در مراکز باشد. پیاده سازی باید توسط مهندسین با دانش تخصصی انجام شود. تجهیزاتی، مانند تجهیزات تولید ازن، باید به دقت کنترل شود، زیرا، درصورت عملکرد نادرست دستگاه، برای افراد خطرناک می باشد .

شماره ۱۵ - دفتر: یک مرکز اصلاح نژاد به دلیل عملکرد ویژه خود، تعداد زیادی عملیات مختلف را به طور همزمان انجام می دهد. پس به چندین نفر با شایستگی ویژه ای نیاز دارد که توسط این افراد، بسیاری از نیازهای نظارتی و فعالیت های مختلف سازمان یافته ساختاری پیگیری می شوند. مدیریت این عملکرد به معنای نیاز به

یک دفترکار در هسته اصلاح نژاد می باشد تا امنیت زیستی بهتری را فراهم کرده و اطلاعات را با سایر قسمت ها به اشتراک بگذارد.

شماره ١٦- ابزار فنی: یک مرکز اصلاح نژاد برای نظارت بر پارامترهای مختلف به تجهیزات تخصصی و ابزار فنی زیادی احتیاج داشته و ساخت یک اتاق برای نگهداری و ذخیره سازی آنها ضروری است. یک گزینه دیگر می تواند قراردادن ابزار فنی در اتاق کنترل (شماره ۱۲) باشد. اگر از اتاق کنترل برای ابزار استفاده می شود، اتاق شماره ۱۶ می تواند به عنوان اتاق کارکنان استفاده شود.

شماره ۱۷-کارگاه: دو واحد انکوباسیون، اتاق تخم کشی مولدین و بخش گروه های خانواده به سرویس دهی منظم و تعمیرات نیاز داشته و کارگاه (شماره ۱۷) به عنوان فضایی برای انجام این فعالیت و ذخیره سازی قطعات یدکی مانند غذاده اتوماتیک عمل می کند. مسئله مهم این است که این کارگاه باید به منظور تعمیر، نگهداری منظم و همچنین فعالیت های جبران خسارت در صورت بروز شرایط پیش بینی نشده مجهز باشد. کارکنان مسئول سرویس و تعمیر تجهیزات فنی باید دارای صلاحیت و تجربه مرتبط باشند.

شماره ۱۸- امکانات شخصی برای پرسنل: طبق مقررات، به خصوص در شرایطی که در مزرعه نیروهای زن و مرد استخدام شوند، فراهم کردن امکانات شخصی برای پرسنل ضروری است. مکان مورد نیاز با توجه به تعداد پرسنل باشد. چیدمان خاص بسته به اینکه ابزار مورد نیاز در اتاق شماره ۱۶ یا در اتاق کنترل (شماره ۱۲) قرار داشته باشد، همانطورکه در بالا توضیح داده شد، می تواند متفاوت باشد.

شماره ۱۹- برق: درحال حاضر در مرکز کلاردشت، اتاق شماره ۱۹، مکانی است که تمام اتصالات برق سایت در آن قرار دارد.

شماره ۲۰- استخر توزیع آب [1] و ضدعفونی آب با UV و ازن: ضروری است آب منابع موجود، مطابق با الزامات امنیت زیستی قبل از توزیع در تانک ها، ، فیلتر و تصفیه شود. بسته به کیفیت آب چشمه و یا آب های زیرزمینی، استفاده از دستگاه یو. وی روش بسیار آسان ضدعفونی کننده و بدون مشکل است، اما استفاده از ازن باید با توجه به امنیت زیستی و سلامت ارزیابی شود. الزامات استفاده از ازن، با توجه به روش های امنیتی ایجاد شده، باید با احتیاط انجام شود. مکان شماره ۲۰، جایی که منبع آب به داخل ساختمان می رسد، باید سطحی بالاتر از سایت داشته باشد تا فشارکافی برای جریان آب تحت نیروی جاذبه به بخش های پایین دست فراهم شود. مخازن ورودی و لوله های حلقوی برای تأمین آب هر بخش باید نصب شوند (به زیر مراجعه کنید).

شماره ۲۱- ورودی: ورودی به بخش تصفیه آب برای سالن انکوباسیون، اتاق مولدین و گروه های خانواده.

شماره ۲۲- سالن پرواربندی: سالن پرواربندی مجهز به تانک هایی با اندازه های مختلف است. تانک ها بسته به هدف و کار مشخص، اندازه های متفاوت دارند. لازم است تمام تانک های موجود در سالن شماره ۲۲، مجهز به مخزن اکسیژن بوده، تا در مواقع لزوم، اکسیژن دریافت نمایند. مخازن سه متری با قابلیت تغییر در اندازه، به

[1] Level-tanks

صورت چند منظوره و برای اهداف مختلفی از جمله گروه های قزل آلای در مرحله شروع تغذیه، بخش پرواری گروه های تولیدی، بخش پرواری کاندیداهای اصلاح نژاد و حتی مولدین در کوتاه مدت استفاده می شوند. مخازن پنج متری با قابلیت انعطاف نیز با اهداف مختلف مورد استفاده قرار می گیرند، اما برای گروه ماهیان در شروع تغذیه قابل استفاده نخواهند بود. مخازن هشت متری برای تولید بیومس گروه های پرواری و مولدین کارآمد و مناسب است. مخازن هشت متری مجهز به هوادهی هستند که امکان تولید بیومس بالا –تا حدود ۴۵-۴۰ کیلوگرم درمترمکعب را فراهم می نماید.

شماره ۲۳- انبار تجهیزات: برای این که بتوان بخش پرواربندی را به طور کارآمد با انواع مختلف تجهیزات فنی مورد نیاز از جمله پمپ های ماهی در اندازه های مختلف، شیلنگ های قابل انعطاف در اندازه های مختلف، دستگاه های رقم بندی، پیشخوان و تجهیزات زیست سنجی ، دستگاه هواده، ساچوک با اندازه های مختلف، تجهیزات تمیز کننده سطوح و تانک ها با فشار بالا، برس ها و صابون مدیریت نمود پیشنهاد می گردد که این تجهیزات در انبار شماره ۲۳ ذخیره شود.

شماره ٢٤- کارگاه: امکانات و تجهیزات فنی در سالن پرواربندی، به مراقبت و مواظبت منظم نیاز دارد. بنابراین این بخش مشابه کارگاههای مخصوص بخش های تفریخگاه و مولدین نیازمند کارگاه مخصوص به خود است. . این امر با هدف کنترل دقیق بهداشتی، از طریق عدم تداخل فعالیت های بخش های مختلف، امنیت زیستی و رعایت قوانین بهداشتی صورت می گیرد.

شماره ۲۵- موتورخانه[1]**:** دقیقاً مشابه موتورخانه سایر بخش ها در مرکز (شماره ۱۴)، موتورخانه بخش پرواری (شماره ۲۵) نیز باید مجهز به ژنراتورهای اضطراری بوده تا امنیت برق را در صورت خرابی سیستم اصلی و نیز عملکرد صحیح تجهیزات بخش پرواری در هنگام ماهی دار بودن، تامین نماید. در صورت قطع منبع اصلی برق، ژنراتور اضطراری باید به صورت کاملا خودکار عمل نماید. برق برای ژنراتورهای اکسیژن، UV و فیلترهای ازن بسیار مهم است و بر تعادل اکسیژن مخازن موجود در مزرعه تأثیر می گذارد. عدم عملکرد مناسب برق، می تواند باعث استرس ماهی شود که بر کیفیت آب، رشد، تغذیه و بقای ماهی تأثیر می گذارد.

شماره ٢٦- ورود به اتاق ۲۷: اتاق شماره ۲۷ ، اتاقی است که ورودی خاص خود را دارد. هیچ ورودی /درب دیگری برای بخش اصلی پرواری به جز این ورودی وجود ندارد.

شماره ۲۷- استخر توزیع آب، UV و فیلترهای ازن برای بخش پرواری: لوله های ورودی، استخرهای توزیع آب و فیلترهای این بخش باید ارتفاع بالاتری نسبت به تاسیسات مشابه سایر بخش ها (تفریخگاه ، مولدین و گروه های خانواده) داشته باشند.

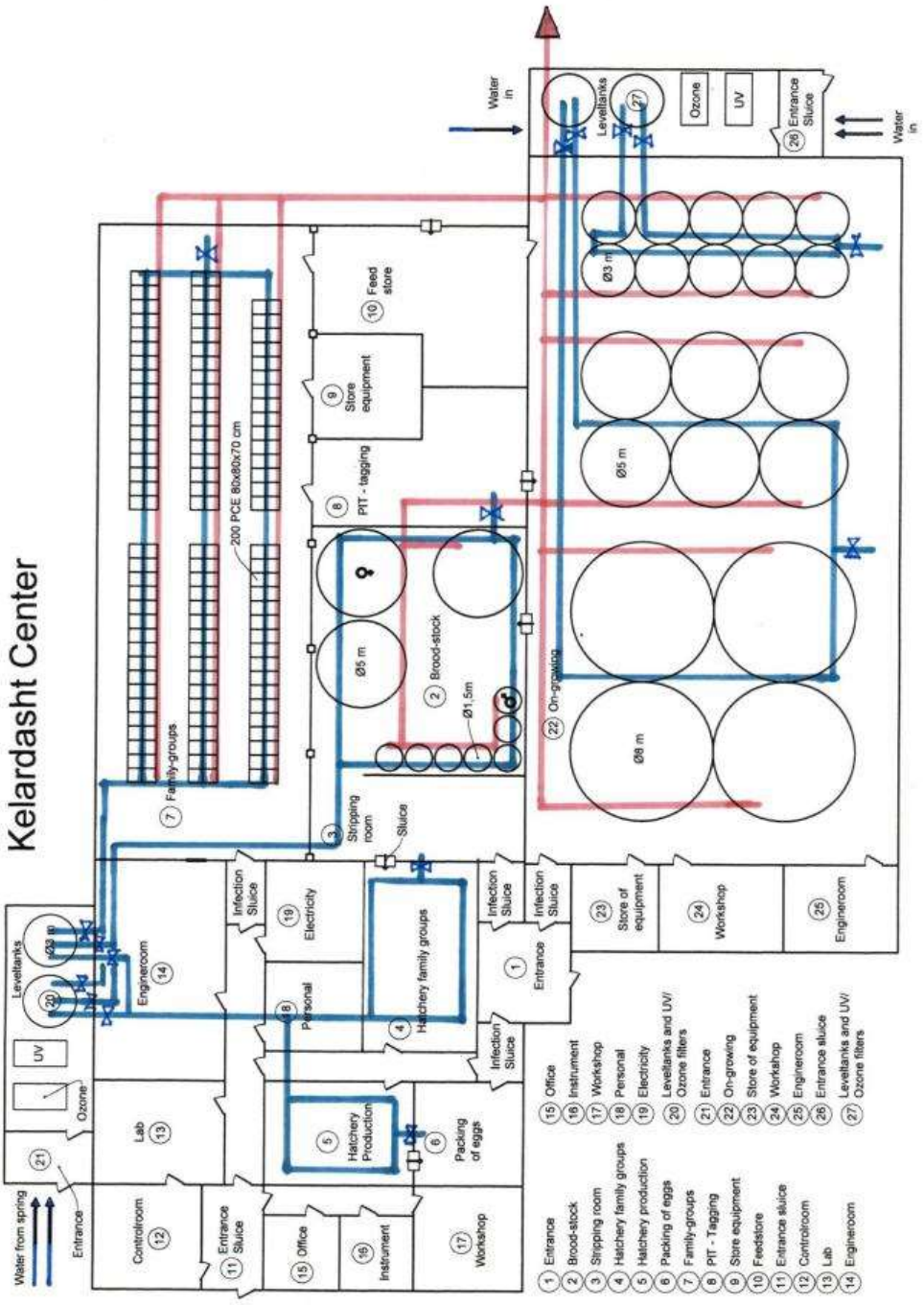
[1] Engine room

در طرح پیشنهادی برای مرکز کلاردشت، از لوله های حلقوی برای تأمین آب مناسب در هر واحد در هر بخش از مزرعه استفاده شده است. لوله های حلقوی همچنین کیفیت بهتر آب را تضمین می کنند، زیرا در هنگام باقی ماندن آب در آنها مشکلات کمتری را ایجاد می نماید. . همانطور که می دانید در صورت استفاده از تک لوله ها به عنوان سیستم تامین آب، در پاره ای از موارد باقی ماندن آب در انتهای لوله ها سبب ایجاد رسوب و تولید گاز خواهد شد.

لوله حلقوی به طور معمول از یک مخزن با سطح بالاتر نشات می گیرد که از ورودی اصلی تأمین می شود، ارتفاع بالاتر به منظور افزایش فشار آب و ایجاد جریان پایدار است که آب مناسب هر بخش را تامین می کند. این امر به ویژه در یک مرکز اصلاح نژاد که در حال انجام مطالعات مبتنی بر ژنتیک است (از جمله برای ایجاد صفات بهبود یافته ژنتیکی در گروه های ماهی) که در آن تکرار در آزمایشات و همچنین حفظ شرایط برابر بین هر واحد / مخزن ماهی مهم است، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. استخرهای توزیع آب که آب مرکز را تأمین می کنند می توانند به دستگاه های تزریق اکسیژن مجهز شوند که موجب افزایش محتوای اکسیژن در منبع اصلی آب و به دنبال آن لوله های حلقوی و تک تک مخازن می گردند.

حلقه اصلی لوله (خطوط آبی رنگ در شکل ۹)، یا منبع لوله حلقوی، آب را از مخزن سطح بالاتر به بخش های مختلف مزرعه از طریق لوله های نسبتاً بزرگی که در کف ساختمان جایگذاری شده اند، انتقال می دهد، همچنین لوله های زمینی تأمین کننده آب هر مخزن که باید قابلیت بسته شدن هنگام عدم نیاز را داشته باشد و هر لوله حلقوی قابلیت تخلیه، تمیز شدن و ضد عفونی را دارد. وجود لوله حلقوی اصلی در زیر کف زمین، محیط کار تمیزتر و خشک تری را فراهم می کند. در شکل ۹ ، خطوط قرمز، حذف پساب را قبل از انتشار در محیط که باید تحت تصفیه مناسب، مطابق با الزامات امنیت زیستی قرار گیرد، را نشان می دهد.

شکل ۹- تصویر انکوباسیون Comp Hatch



شکل ۹- نقشه لوله گذاری برای طرح پیشنهادی جدید مرکز اصلاح نژاد کلاردشت (در متن توضیحات بخش های مختلف به تفکیک شماره آمده است. خطوط آبی نشان دهنده سیستم لوله های حلقوی ورودی آب و خطوط قرمز لوله های خروجی پساب است.)

اقدامات مهم و اساسی که به منظور ایجاد هسته اصلاح نژاد در مرکز کلاردشت باید صورت گیرد به شرح زیر می باشد:

۱-منبع آبی چشمه موجود را با استفاده از یک خط لوله جدید و نو بهسازی نمائید.

۲- در کنار چشمه به عنوان منبع آب مرکز اصلاح نژاد، اتاق نگهبانی به منظور حفاظت از کیفیت آب تعبیه گردد.

۳- تلاش شود منابع آب با کیفیت به عنوان منبع ذخیره آب هسته اصلاح نژاد در اطراف مرکز جستجو گردد و همچنین اقدامات لازم جهت انتقال این منبع آبی به مرکز با استفاده از خطوط لوله صورت پذیرد.

۴- سالن تولید طبق برنامه و نقشه های ارائه شده و نیز مطابق با مقررات و قوانین سازمان های مسئول و سازمان دامپزشکی با هدف حفظ امنیت زیستی، بازسازی گردد.

۵- لازم است ساختمان دیگری در مجاورت سالن تولید به منظور نگهداری تجهیزات و سایر فعالیت ها احداث گردد.

۶-لازم است به منظور افزایش ایمنی درحین کار سیستم های نظارت و هشدار مناسب احداث و راه اندازی گردد.

۷- منبع برق بررسی تا اطمینان حاصل شود که این منبع امن، پایدار و از ظرفیت کافی برخوردار است. تجهیزات فنی جدید به منظور تامین برق بیشتر نصب گردد.

۸- لازم است آموزش پرسنلی که در طرح اصلاح نژاد دخیل هستند با هدف حصول اطمینان از راه اندازی سایت و استفاده از تجهیزات توسط این پرسنل در دستور کار قرار گیرد.

۲-۳- مرکز یاسوج

مرکز یاسوج یک مرکز تحقیقاتی قدیمی تولیدی بوده که دارای استخرهای دراز بتونی با اندازه های متفاوت می باشد. همانند کلاردشت، یاسوج نیز در ارتفاعی بالاتر از سطح دریا قرار گرفته (تقریباً ۱۰۰۰ متر)، اما زمین اطراف آن بسیار متفاوت است. منطقه ای که مرکز یاسوج در آن واقع شده زمین کشاورزی مسطح در یک دره بزرگ است.

تأمین آب فعلی آن از منابع آب چشمه بالادست بوده، که حجم موجود (جدول ۷) به تدریج طی سالها کاهش یافته است به طوری که طی ۲۰ سال گذشته آب چشمه موجود از ۱۰۰۰ لیتر در ثانیه به ۳۰۰ - ۲۵۰ لیتر در ثانیه و گاهی حتی پایین تر رسیده است.

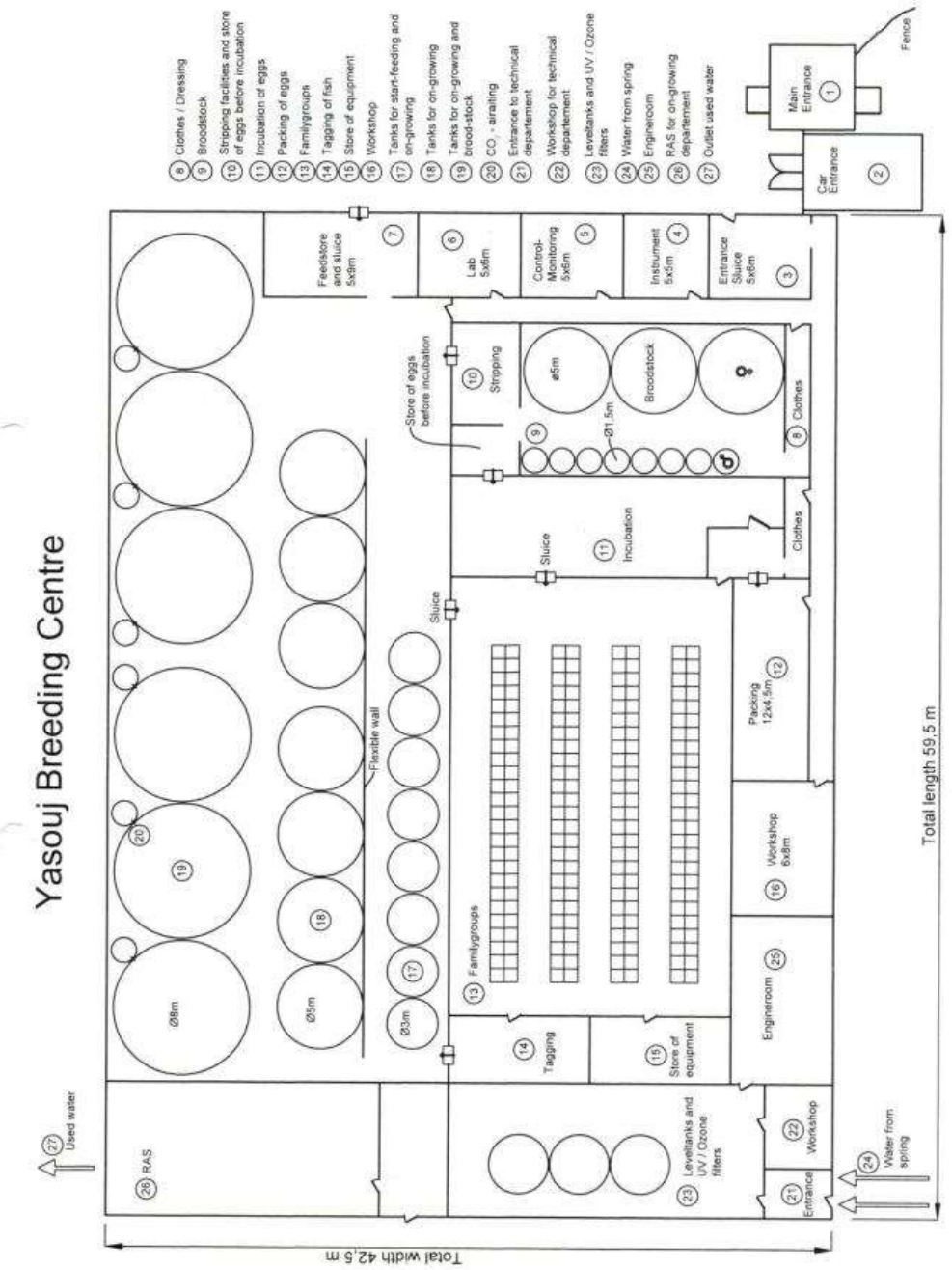
جدول ۷ – تخمین دبی و دمای منابع آبی مرکز یاسوج

نوع منبع آبی	دبی آب (لیتر بر ثانیه)	دما (درجه سانتی گراد)
حداقل آب چشمه	۱۰۰	۹-۱۲
متوسط آب چشمه	۲۵۰-۳۰۰	۹-۱۲

۵ حلقه چاه	تخمین زده می شود که ۳۰ لیتر در ثانیه یا بیشتر برداشت شود	۹-۱۲

آب چاه هدایت شده به مزرعه از ۵ حلقه چاه تامین می شود دمای آب نسبتاً پایدار است (جدول ۷). احتمالاً آب زیرزمینی بیشتری در این منطقه وجود دارد. از آنجا که محدودیت میزان آب در مرکز یاسوج وجود داشته لازم است که منابع جایگزین آب ، بررسی شوند.

توضیحات ذیل با شماره های ذکر شده، بخش های مختلف و موارد بیشتری را در خصوص طراحی و زیر ساخت های شکل شماره ۱۰ ارائه می دهد.



شکل ۱۰ - طرح پیشنهادی مرکز اصلاح نژاد یاسوج

توضیح شکل ۱ به تفکیک:

شماره ۱) ورودی اصلی: شماره ۱ ورودی اصلی مزرعه برای پرسنل و نیز بازدید کنندگان می باشد.

شماره ۲) ورود اتومبیل: تأمین خوراک ماهی، تجهیزات مربوطه جهت انبار و موارد مشابه در مزرعه، از ورودی (شماره ۲) عبور داده می شوند.

شماره ۳) ورودی و دریچه[1]: کلیه افرادی که وارد مزرعه می شوند قبل از ورود به سایر بخش های مزرعه، به ورودی و دریچه شماره ۳ مراجعه می کنند.

شماره ٤) ابزار: در یک مرکز اصلاح نژاد با تجهیزات فنی بسیار ، وجود یک اتاق جداگانه برای ابزار ضروری است.

شماره ٥) اتاق کنترل: این اتاق از تمام فعالیت های نظارتی و انواع داده ها و اطلاعات جمع آوری شده مراقبت می کند. علاوه بر این، اتاق کنترل، مرکزی برای سیستم های هشدار دهنده و دوربین نظارت لازم بر استخرهای توزیع آب [2] متصل به مزرعه است (شماره ۲۳).

شماره ٦) آزمایشگاه: آزمایشگاه به منظور انجام آزمایشات تخصصی، با توجه به اهدافی که مرکز اصلاح نژاد دارد، باید مجهز شود.

شماره ۷) انبار خوراک ماهی و دریچه: تمام خوراک های لازم از طریق دریچه ایاز سمت بیرون که روی نقشه نیز نشان داده شده است، منتقل می شوند. خوراک برای گروه های تازه به تغذیه افتاده و نیز گروه خانواده ها، باید از طریق یک دریچه از سالن پرواری به اتاق گروه های خانواده (اتاق شماره ۱۳) همانند آنچه در نقشه نشان داده شده است، منتقل شود.

شماره ۸) لباس ها: پرسنل مشغول در بخش مودین حتما باید از لباس مخصوص کار استفاده نمایند. لباس های محافظتی مناسب باید در محل شماره ۸، ذخیره و در دسترس باشد.

شماره ۹) مولدین[3]**:** مولدین انتخاب شده از مخازن در بخش شماره ۱۸ و شماره ۱۹، باید توسط یک خط لوله از میان دیوار، به مخازن اتاق شماره ۹ منتقل شود. مولدین بسته به برنامه و دما ، باید بین ۱ تا ۳ ماه قبل از زمان تخم کشی[4]، به مخازن ویژه منتقل شوند. همزمانی رسیدگی جنسی مولدین و آماده شدن برای استحصال تخم گروه های خانواده ها یک مزیت است.

شماره ۱۰) استحصال تخم: اتاق تخم کشی از مولدین به دو قسمت تقسیم شده است، یک قسمت برای عملیات تخم کشی یا استحصال تخم و قسمت دیگر محل ذخیره تخم ها قبل از انتقال آنها از طریق دریچه ، به اتاق انکوباسیون (شماره ۱۱) می باشد. توجه شود به هیچ وجه نباید تخم هایی که هنوز بارور نشده اند در معرض اسپری آب قرار گیرند. قسمت دوم اتاق تخم کشی، مکانی است که می توان تخم ها را قبل از لقاح، ذخیره

[1] Sluice
[2] Level-tanks
[3] Brood-stock
[4] Stripping

کرد. تخم های بارور شده از طریق یک دریچه از اتاق تخم کشی (شماره ۱۰) به اتاق انکوباسیون (شماره ۱۱) منتقل می شوند.

شماره ۱۱) انکوباسیون: تخم های وابسته به خانواده ها بعد از لقاح، در سیستم های انکوباتور CompHatch، انکوباتور های تکی یا انکوباتورهای ساخته شده در محل انکوبه خواهند شد. هر انکوباتور باید ۵۰۰ عدد تخم مربوط به یک خانواده را در خود ذخیره و انکوبه نماید و بدین ترتیب ۲۰۰ انکوباتور مشابه برای انکوبه نمودن ۲۰۰ گروه خانواده لازم است. ضروری است منبع تامین آب به درون هر انکوباتور و نیز تجهیزات مورد نیاز برای تنظیم سطح آب ورودی به هر کدام جداگانه و مشابه باشد. همچنین باید سطح اکسیژن، دوره روشنایی، و دارو درمانی برای مبارزه با قارچ و خطرات احتمالی برای هر ۲۰۰ گروه خانواده در طول زمان انکوباسیون یکسان باشد. اتاق انکوباسیون (شماره ۱۱) باید تجهیزات لازم برای رقم بندی اتوماتیک و دستی تخم های چشم زنده یا مرده را داشته باشد. با رقم بندی تخم های چشم زده و قبل از بسته بندی و فروش، ذخیره تخم های تولیدی در انکوباتورهای بزرگتر انجام می شود. تخم های خانواده های مجزا باید همیشه جداگانه نگهداری شوند. تخم های چشم زده از اتاق انکوباسیون (شماره ۱۱) تا اتاق گروه خانواده ها (شماره ۱۳) و اتاق بسته بندی (شماره ۱۲)، ابا کمک دریچه منتقل و جابجا می شوند.

شماره ۱۲) بسته بندی تخم ها: همزمان با تولید گروه های کوچک خانواده ها، تعداد زیادی تخم چشم زده تولید شده که می توانند برای پرورش، به مزارع همکار یا بازار آزاد فروخته شوند. اتاق بسته بندی به تجهیزات و وسایلی به منظور ضد عفونی تخم ها با بوفودین یا انواع دیگر مواد ضدعفونی دارای تائیدات لازم نیاز دارد. در این اتاق همچنین باید فضای کافی برای ذخیره سازی کارتن ها یا جعبه های بسته بندی برای حمل تخم های چشم زده وجود داشته باشد.

شماره ۱۳) خانواده ها: در اتاق (شماره ۱۳) ۲۰۰ مخزن گروه های خانواده که در مرحله شروع تغذیه فعال قرار دارند تعبیه شده است. مدیریت ۲۰۰ مخزن از لحاظ تمام شرایط از جمله تأمین آب ، سرعت جریان ، سطح اکسیژن، دوره نوری، استرس و تغذیه بایستی یکسان و مشابه باشد. تغذیه توسط دستگاه غذاده اتومات به منظور حصول اطمینان از یکسان بودن شرایط تغذیه، انجام می شود. همچنین مهم است که عوامل استرس زای روزانه از قبیل جداسازی ماهیان مرده، اندازه گیری اکسیژن و .... در هر ۲۰۰ مخزن بمشابه باشد. خانواده ها تا وزن ۲۰-۱۵ گرم قبل از رفتن به اتاق نشانه گذاری با تگ (شماره ۱۴) در اتاق شماره ۱۳، تا نگهداری شده و بعد از تگ گذاری به مخازن پرواری (شماره ۱۸ یا شماره ۱۹) منتقل می شوند.

شماره ١٤) نشانه گذاری با تگ : لازم است ماهی در اندازه ۱۵ تا ۲۰ گرم درجه بندی شده بنابراین تعدادی از ماهیان جهت تگ گذاری به اتاق شماره ۱۴ منتقل می شوند. نامزدهای اصلاح نژاد بیشتر به ۱۷ مخزن ۳ متری یا ۱۸ مخزن ۵ متری منتقل می شوند. بهترین راه حمل و نقل ماهی، استفاده از پمپ ماهی با شیلنگ های انعطاف پذیر است. اتاق تگ زنی نیز باید به امکانات کافی برای بیهوش نمودن ماهی مجهز باشد.

شماره ۱۵) انبار تجهیزات: وجود انبار، جهت نگهداری تجهیزات مورد استفاده در سالن گروه خانواده (شماره ۱۳) از جمله پمپ هواده، دستگاه رقم بندی، تور، دستگاه فشار جهت تمیز نمودن سطوح و مخازن، مواد شوینده و ضد عفونی کننده ضروری است.

شماره ١٦) کارگاه: از آنجایی که سالن تکثیر، به انواع مختلف دستگاه های فنی مجهز است، بسیار مهم است که بتوان در صورت نیاز، با اطمینان و قدرت زیاد، تعمیر و نگهداری تجهیزات و دستگاهها را انجام داد. همچنین مهم است که تعدادی لوازم یدکی را در انبار نگهداری کرد..

شماره ۱۷) مخازن با قطر ۳ متر جهت ماهیان تازه به تغذیه افتاده و در حال رشد: مخازن ۳ متری با قابلیت انعطاف پذیری برای استفاده گروه های مختلف از جمله گروه تولید ماهیان در مرحله شروع تغذیه،گروه های تولیدی در مرحله رشد، کاندیداهای اصلاح نژاد و حتی نگهداری گروه های مولدین در دوره های کوتاه مدت مناسب هستند. هنگام برنامه ریزی برای تأمین آب مخازن ی با قطر ۳ متر، در نظر گرفتن نوع استفاده از مخازن ضروری است.

شماره ۱۸) مخازن با قطر ۵متر جهت رشد کاندیداهای اصلاح نژاد: مخازنی با قطر ۵ متر جهت استفاده در مراحل مختلف به استثناء ماهیان در شروع تغذیه کاربرد دارد. این مخازن در مرحله پرواری برای گروه های تولیدی بسیار کارآمد است.

شماره ۱۹) مخازن با قطر ۸ متر جهت رشد کاندیداهای اصلاح نژاد و مولدین: مخازنی با قطر ۸ متر جهت رشد گروه های مولدین مناسب است. مخازن ۸ متری، مجهز به دستگاههای هواده جهت تامین اکسیژن و خروج گازهای مضر بوده و در نتیجه می توانند تعداد زیادی ماهی را در خود نگهداری کنند. بنا به دلایل مختلف می توان دیوارهای انعطاف پذیر/ متحرکی را بین گروه های مختلف مخازن نصب کرد، مثلا بین مخازن ۳ و ۵ متری .

شماره ۲۰) هوادهی آب مورد استفاده: هوادهی در مخازنی با عمق ۵ و ۸ متر بیشترین بازده را دارد.

شماره ۲۱) ورود به بخش فنی: کارگاه بخش فنی (شماره ۲۲)، استخرهای توزیع آب (شماره ۲۳) و فیلترهای UV / ازن و موتورخانه (شماره ۲۵) ، باید مطابق با امنیت زیستی و مقررات، ورودی خود را (شماره ۲۱) داشته باشند. این قسمت از مرکز "قلب" مرکز اصلاح نژاد است. در این بخش تجهیزات و سیستم های هشدار، با نظارت منظم برای اطمینان از درستی روند کار نیاز به توجه ویژه دارند.

شماره ۲۲)کارگاه برای بخش فنی: برای ایمن سازی عملکردها در انواع فیلترها، پمپ ها و مولد های برق اضطراری، کارگاه باید مجهز به تمام امکانات مورد نیاز باشد، تا امنیت مرکز را در سطح بالا حفظ کند. همچنین نیاز به ذخیره و انبار قطعات یدکی مخصوص بوده که برای ادامه کار مزرعه ضروری امی باشند. پرسنل مسئول تاسیسات فنی باید کاملاً واجد شرایط این موقعیت باشند و لازم است ۲۴ ساعت شبانه روز در صورت اعلان و زنگ سیستم های هشدار در دسترس باشند.

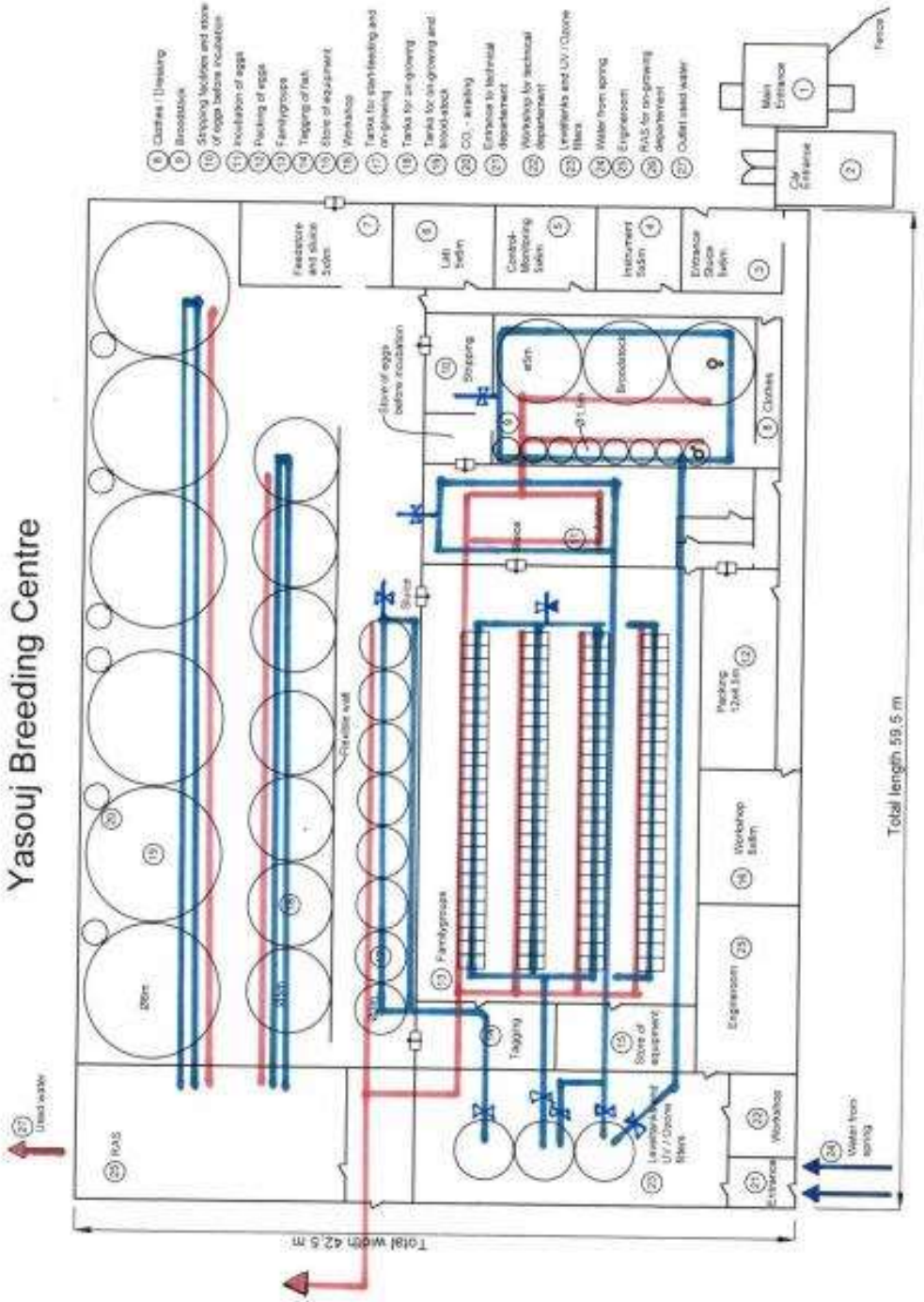
شماره ۲۳) استخرهای توزیع آب و فیلترهای ازن / UV : آب مورد نیاز مرکز، جهت استفاده در بخش های مختلف، لازم است مطابق مقررات امنیت زیستی، ضدعفونی شود. بسته به کیفیت آب زیرزمینی،.باید استفاده از ازن با توجه به روش های تعیین شده، برای حفظ سطح بالای ایمنی زیستی در دستور کار قرار گیرد . استخرهای توزیع آب در یک فضای اتاق مانند، در جایی قرار دارند که به دلیل اختلاف سطح، فشار لازم برای به جریان درآوردن آب در بخش های مختلف مرکز را فراهم می نماید. در یک نقشه جداگانه (شکل۱۲) استخرهای توزیع آب و خطوط لوله تأمین آب هر بخش شان داده شده است

شماره ٢٤) مخزن ذخیره آب چشمه: آب جمع آوری شده از چشمه های مختلف واقع در مناطق اطراف بایستی بوسیله خطوط لوله های بسته یا کانال بتنی سرپوشیده، به مرکز منتقل شود. به دلیل امنیت زیستی، مهم است که آب چشمه ، با منبع آبی دیگری تماس نداشته باشد.

شماره ۲۵) موتورخانه: برای اطمینان از روند صحیح کار، بایستی مهمترین تجهیزات مانند پمپ های چرخش آب، فیلترهای UV، ازن، نور و غذاده های اتوماتیک، موتورخانه به یک ژنراتور اضطراری مجهز باشند تا به طور خودکار شروع به کار کرده و مخاطرات احتمالی قطع برق را صفر برساند. قطع منبع اصلی برق باید همیشه یک حادثه خطرناک، تلقی شود.

شماره ٢٦) سیستم مداربسته جهت واحد ماهیان پرورشی: منابع آب چشمه محدود بوده و نیاز آبی بخش های مختلف در فصول مختلف یکسان نیست. برای اطمینان از رشد کاندیداهای اصلاح نژاد، مولدین و گروه های خانواده ، ضروری است که یک سیستمآب در گردش نصب و راه اندازی شود. یک واحد مدار بسته باید به عنوان بخش مجزا با ورودی و زیرساخت های خاص خود اداره شود. یک شرکت مهندسی با تجربه در زمسینه ی سیستم مدار بسته بایستی با توجه به نیاز این قسمت از مزرعه را طراحی نماید.

شماره ۲۷)خروجی آب مورد استفاده: بایستی تمامی آب استفاده شده در مرکز، قبل از خروج از مزرعه و بازگشت به مسیر رودخانه، تصفیه شود. در طرح پیشنهادی برای مرکز یاسوج، از لوله های حلقوی برای تأمین منبع آب برای هر واحد در هر بخش از مرکز استفاده می شود (شکل ۱۲). دلایل نیاز به سیستم لوله حلقوی و سایر جزئیات قبلا برای مرکز کلاردشت ذکر شده است.



شکل ۱۱ - نقشه لوله گذاری برای طرح جدید پیشنهادی مرکز اصلاح نژاد یاسوج (برای توضیحات بیشتر به متن بالا مراجعه کنید. خطوط آبی نشان دهنده سیستم ورودی آب حلقه ای و خطوط قرمز لوله های خروجی پساب است.)

- **اقداماتی که لازم است در مرکز یاسوج انجام شود:**

۱- با استفاده از تکنولوژی های روز منابع آبی به منظور رهایی از مشکلات ناشی از بیماری های باکتریایی و ویروسی تحقیق و بررسی شوند . و .

۲بررسی منابع آبی جدید -چشمه -و چگونگی انتقال امن آب این منابع (امنیت زیستی) با استفاده از خطوط لوله یا کانال های بتونی سر پوشیده به مرکز در دستور کار قرار گیرد.

۳- ساخت یک مرکز اصلاح نژاد جدید با امکانات مدرن با توجه به قدیمی بودن ساختمان ها و تاسیسات موجود در یاسوج

۴-ایجاد و پایه ریزی سیستم های نظارتی و هشدار مناسب جهت افزایش ایمنی در مزرعه

۵- تهیه یک برنامه مدون آموزشی با هدف آموزش پرسنل در مورد نحوه استفاده از تکنولوژی های جدید نصب شده در مرکز و مدیریت قوانین سختگیرانه درباره نحوه برخورد با کاندیداهای اصلاح نژاد به عنوان ماهی های با ارزش ژنتیکی بالا.

۶- بررسی و کنترل سیستم برق رسانی و موتورخانه ، ثبات و ظرفیت الکتریکی آنها با توجه به نصب تجهیزات الکترونیکی حساس و با مصرف زیاد انرژی ،

پیوست ۱: اهداف اصلاح نژاد

هدف کلی یک برنامه اصلاح نژاد، بهره بردن از تنوع ژنتیکی صفات مورد نظر در بین افراد مختلف، به منظور بهبود کارایی زیستی موجود می باشد. صفات موجود در هدف اصلاح نژاد و وزن نسبی که به هر یک از آنها داده می شود، جهت و میزان تغییرات ژنتیکی در جمعیت هسته اصلاح نژاد را برای هر کدام از این صفات تعریف کرده که خود سبب بهبود صفات مرتبط دیگر که جزء اهداف اصلاح نژادی نیستند نیز می گردد. برای اینکه یک صفت در اهداف اصلاح نژادی قرار بگیرند باید دارای یکسری ویژگی ها باشد از جمله اینکه تنوع ژنتیکی در آن صفت وجود داشته باشد، اندازه گیری صفت امکان پذیر بوده، هزینه ارزیابی بهبود ژنتیکی آن با استفاده از فناوری های موجود پایین و مقرون به صرفه باشد و همچنین صفت از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار باشد.نتایج کلی برنامه اصلاح نژاد، افزایش بهره وری منابع (به عنوان مثال استفاده بهتر از خوراک، آب، زیرساخت ها و نیروی کار) و کاهش هزینه در واحد تولید است. مزیت صفات مرتبط باکیفیت لاشه (به عنوان مثال اندازه فیله و محتوای چربی) سودآوری بیشتر برای پرورش دهنده می باشد زیرا با ماهی با قیمت بیشتری در بازار به فروش می رسند (نسبت درآمد – هزینه= سود)

صفات هدف موجود در برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلا در جمهوری اسلامی ایران، به سه دسته تقسیم می شوند:

- صفات تولیدی
- صفات مقاومت در برابر بیماری خاص
- صفات مرتبط با کیفیت لاشه

برنامه بهبود ژنتیکی موثر و پایدار در دراز مدت تعادلی بین صفاتی که هزینه های تولید را کاهش می دهند (مانند بهبود نرخ رشد، کارایی تبدیل غذا و بازماندگی)، صفات مرتبط با سلامتی و عملکرد (مقاومت به یک بیماری خاص و تکثیر) و صفات مرتبط با کیفیت محصول (چربی فیله، رنگ فیله، شکل و رنگ ظاهری) برقرار می نماید.

انتخاب صفات و اهمیت نسبی آنها در یک برنامه اصلاح نژاد به نظرات و ارزیابی های استراتژیک متولیان برنامه اصلاح نژاد بستگی دارد.

کسب و ثبت اطلاعات صحیح در زمینه وراثت پذیری و همبستگی ژنتیکی در بین صفات مختلف برنامه بهگزینی، برای رتبه بندی صحیح نامزدهای اصلاح نژادی که برای ویژگی های خاص انتخاب می شوند، ضروری می باشد. همانند اکثر گونه های آبزی پروری، در قزل آلای رنگین کمان نیز اطلاعات قابل اعتماد کمی از همبستگی ژنتیکی در بین صفات مختلف موجود است.

علاوه بر این، کمبود اطلاعات در مورد وزن اقتصادی[1] صفات (به ویژه میزانی که بهبود نهایی در یک صفت باعث افزایش سود در واحد تغییر صفت می شود) وجود دارد، بنابراین لازم است وزن دهی اقتصادی مناسب صفات را مشخص کرد. در هنگام فقدان دانش در مورد محاسبه اوزان اقتصادی، اغلب از رویکرد سود دلخواه استفاده می شود که در آن یک وزن نسبی به صفات داده می شود تا در نهایت سود ژنتیکی از پیش تعریف شده برای هر یک از صفات انتخاب شده بدست آید.در ادامه مشخصات صفات خاصی که ممکن است به عنوان بخشی از اهداف برنامه تولید مثل در نظر گرفته شود، بیان شده است:

- **بازده خوراک**

بازده خوراک به عنوان نسبت وزن مرطوب ماهی تولید شده در واحد خوراک مصرفی تعریف شده و معادل معکوس ضریب تبدیل غذایی می باشد .بازده خوراک از مهمترین صفات در اغلب حیوانات پرورشی است. در نروژ هزینه خوراک ۵۰ درصد یا بیشتر از کل هزینه های تولید ماهی قزل آلا در اقیانوس اطلس را تشکیل داده و در بسیاری از ماهی های شکارچی، نیز وضعیت مشابه است. از این رو، استفاده بهینه از اجزای اولیه خوراک (پروتئین، چربی و کربوهیدرات ها) برای عملکرد اقتصادی مزارع تولید ماهی مهم است.

بنابراین انتخاب مستقیم برای بهبود کارایی خوراک، نیاز به تجهیزات زیادی دارد و بسیار پرهزینه و عملاً دشوار است. با این حال، بازده خوراک، به طور غیر مستقیم از طریق انتخاب سایر صفات که از نظر ژنتیکی با بازده خوراک ارتباط مثبتی دارند، مانند رشد، بازماندگی و محتوای چربی بدن، بهبود می یابد. به طور کلی، میزان این همبستگی ها در ماهی قزل آلای رنگین کمان و سایر گونه های ماهی پرورشی مشخص نیست. در نتیجه، امکان تعیین مقدار کمی پاسخ های همبسته در بازده خوراک، هنگام استفاده از روش انتخاب مستقیم برای صفات همبسته، وجود ندارد.

چند مطالعه تحقیقاتی در مقیاس کوچک، همبستگی ژنتیکی نسبتاً بالایی را بین میزان رشد و بازده خوراک نشان داده است، اما همه آنها روی ماهی های نسبتاً کوچک (چند صد گرم) و در مدت زمان کوتاهی (در مدت چند هفته) انجام شده است. در یک تحقیق، رشد کوتاه مدت، در ماهی آزاد اقیانوس اطلس نشان داد که ماهی هایی که برای صفت افزایش سرعت رشد در طی پنج نسل انتخاب شده اند، در مقایسه با ماهی آزاد اقیانوس اطلس وحشی ۲۵درصد بازده تبدیل غذایی بیشتری دارند. این مسئله را می توان با این واقعیت توضیح داد که یک ماهی با رشد سریع تر نسبت به یک ماهی با رشد کندتر بخش کمتری از غذا را صرف نگهداری خود می کند.. بهبود کارایی خوراک به طور غیرمستقیم از طریق انتخاب ماهی با چربی فیله کمتر و یا چربی شکم، صورت می گیرد البته تا زمانی امکان پذیر است که محتوای چربی فیله بمورد پذیرش مصرف کنندگان قرار گیرد با این

[1] Economic weight

حال، باید از طریق آزمایشات علمی مناسب ، میزان تاثیر افزایش کارایی خوراک در هر درصد کاهش واحد چربی بدن، اندازه گیری و مستند شود.

➢ نرخ رشد

بهگزینی به منظور افزایش نرخ رشد، طول دوره پرورش را کاهش داده و امکان تولید ی ماهی بزرگتر در مدت زمان کوتاه تری قبل از شروع بلوغ جنسی و در نتیجه با یک میزان هزینه تولید ثابت و متغیر کمتر ایجاد می کند. علاوه بر این، کوتاه تر شدن طول دوره پرورش باعث می شود ماهی کمتر در معرض عوامل بیماری قرار گیرد و خطرات احتمالی در مرحله تولید کاهش یافته و درنتیجه بازماندگی افزایش یابد. علاوه بر این، ماهیان سریع الرشدتر کارایی تغذیه ای بالاتری نسبت به ماهیان با رشد کندتر دارند چرا که این ماهیان انرژی کسب شده از غذا را صرف رشد کرده و میزان کمتری از این انرژی برای نگهداری بدن و سایر فعالیت ها از جمله تولید مثل بسیار کمتر است.

رشد در ماهیان اجزاء مختلف آن مانند وزن لاشه بدون محتویات شکمی همراه با یا بدون سر،، استخوان، روده ها، چربی شکم و را در بر میگیرد. سایر اجزا هنگام فروش کامل ماهی به عنوان ضایعات در نظر گرفته می شوند. هدف نهایی پرورش، افزایش وزن فیله اصلاح شده[1] (ماهیچه و چربی همراه) است. توجه به این نکته مفید است که اگر فیله های اصلاح شده از طریق فرآوری به محصولی با ارزش افزوده تبدیل شود و یا هر یک از اجزای زائد ماهی به کارخانه های تولید غذای آبزیان و یا شرکت های تولید غذای حیوانات خانگی فروخته شود، درآمد بیشتری بدست خواهد آمد. به طور کلی بین وزن فیله با وزن کل بدن و امعاء و وزن بدن بدون احشاء شکمی همبستگی نزدیک وجود دارد، بنابراین با هدف کلی بهبود در یکی از این صفات سبب بهبود در سایر صفات صورت می گیرد.در نتیجه به طور خاص، نیازی به بهگزینی مستقیم میزان فیله نخواهد بود، به عنوان مثال، هنگامی که انتخاب بر اساس نرخ رشد به دلیل سادگی انجام گیرد، ببه دلیل همبستگی بالا، مستقیماً منجر به بهبود وزن فیله می شود، از طرفی انتخاب برای بهبود صفت عملکرد فیله به تنهایی موفقیت آمیز نخواهد بود (بخش عملکرد فیله را ببینید).

اگرچه همبستگی ژنتیکی بین نرخ رشد برای ۱ یا ۲ سالگی نسبتاً زیاد (۰/۸<) برآورد شده است، اما اهمیت صفت رشد در هدف اصلاح نژاد، متناسب با رایج ترین وزن بازاری خواهد بود که این سایز می تواند اندازه بشقابی (۵۰۰-۲۵۰ گرم) یا با اندازه بزرگتر (۲-۱- کیلوگرم) می باشد. در نتیجه، از آنجا که اصلاح نژاد و بهگزینی یک استراتژی بلند مدت است، لازم است اندازه اقتصادی ماهی در بازار مشخص گردد .

[1] Trimmed fillet

➢ سن در اولین بلوغ جنسی

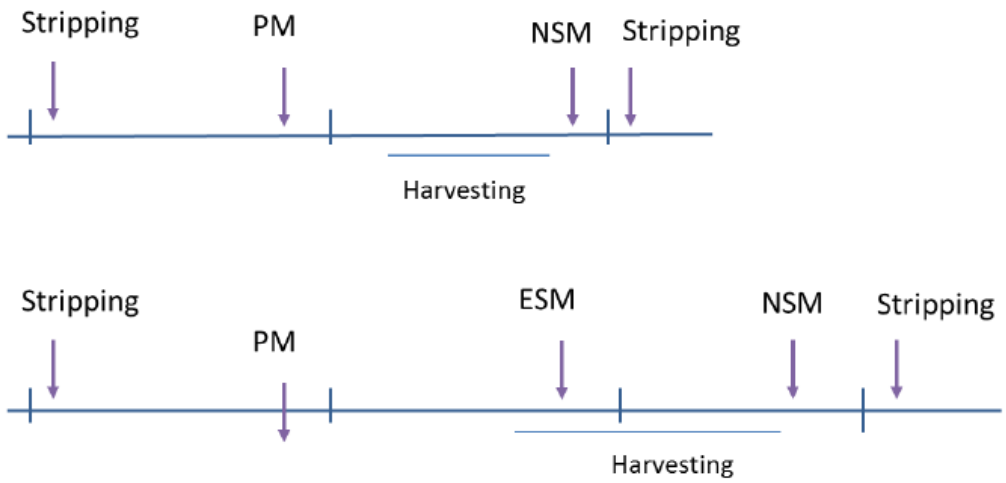
در مراحل اولیه بلوغ جنسی، ماهی قزل آلادر مقایسه با ماهی غیر بالغ رشد بیشتری داشته و این افزایش رشد در ماهیان نر بیشتر از ماهی ماده است. با این حال، در مدت زمان ۴-۳ ماه قبل از تخم ریزی، ماهیان بالغ، شروع به تولید صفات ثانویه جنسی و صرف انرژی کرده که کاهش نرخ رشد ماهیان بالغ را به دنبال دارد. همچنین این ماهی از نظر ظاهری دچار تغییراتی شده که مطلوب بازار نیست. در هنگام بلوغ جنسی کاهش نرخ رشد در نتیجه کاهش جذب غذا رخ می دهد. بنابراین در ماهی قزل آلا رسیدن به بلوغ جنسی قبل از رسیدن به سایز بازاری صفت مطلوبی نیست. در ماهی قزل آلای رنگین کمان پرورشی تولید شده در جمهوری اسلامی ایران، نسبت ماهیانی که در سن یک سالگی از نظر جنسی بالغ می شوند (که به آنها "نرهای زودرس" گفته می شود) تقریباً صفر (درصد)، در دو سالگی حدود ۴۰درصد ا (یا بیشتر در نرها) و در ۳ سالگی حدود ۶۰ درصد می باشد[1]. با این حال، در گزارشی در سال ۱۹۹۷ بیان شده است که به نظر می رسد در اکثر مزارع پرورش ماهی بلوغ زودرس جنسی ماهیان نر ، به عنوان یکی از مشکلات برای ماهیان بزرگتر از ۱۰۰ گرم مطرح است.

در کشور نروژ، مشکل بلوغ جنسی زودرس در قزل آلای رنگین کمان، از طریق بهگزینی در جهت کاهش نسبت ماهیانی که در سن یک سالگی (نرهای زودرس) و سن دو سالگی (گریلس[2]) بالغ می شوند، به طور قابل توجهی کاهش یافته است. این موضوع نشان می دهد که سن بلوغ جنسی در ماهی قزل آلای رنگین کمان یک صفت وراثت پذیر است. با اجرای برنامه بهگزینی در جهت افزایش نرخ رشد، در حال حاضر دستیابی به ماهیان ۵-۳ کیلوگرمی در سن ۲-۱/۵ سالگی امکان پذیر است در حالیکه در ۴۰ سال پیش این وزن در سن ۲/۵-۲ سالگی بدست می آمد. در نتیجه فاصله نسل از سه سال به دو سال کاهش یافته و ۵۰ درصد پیشرفت ژنتیکی حاصل شده است.

در ایران اندازه متعارف و بازار پسند قزل آلای رنگین کمان ۳۰۰-۲۵۰ گرم می باشد که معمولاً هدف تولید رسیدن به این وزن می باشد. آنچه مشخص است که تقاضای بازار برای ماهی بزرگتر (۲-۱ کیلوگرم) رو به افزایش است. ماهی سایز بشقابی در ۱/۵-۱ سالگی و ماهیان ۲-۱ کیلوگرمی در سنین ۲ الی ۳ سال برداشت می شوند. بنابراین ممکن است ماهیانی که در سنین یک سالگی و نیز دو سالگی به بلوغ جنسی می رسند ، به عنوان صفات نامطلوب در نظر گرفته می شوند. در نتیجه، اندازه بازاری ماهی قزل آلادر ماهی سایز بشقابی و یا بزرگتر که در سن ۱ و ۲ سالگی بالغ می شوند، تعیین می کند که فاصله نسل مورد استفاده باید دو سال و یا سه سال باشد ، (شکل ۱۳). مشکل بلوغ جنسی در دو سالگی طی تولید قزل آلای ۲-۱ کیلوگرمی را می توان تا حدی با تولید قزل آلای تمام ماده ، با استفاده از نرهای XX تغییر جنسیت یافته (تیمارهای هورمونی در مرحله لارو) برطرف

[1] Kalbassi, M. R., Abdollahzadeh, E. and Salari-Joo, H., 2013. A review on aquaculture development in Iran. Ecopersia 1(2): 159-178.
[2] Grilse

نمود، به همین ترتیب می توان فاصله نسل را دو سال ثابت نگه داشت. با این حال، اگر نسبت ماهیان ماده بالغ در دو سالگی زیاد باشد، ممکن است تولید ماهی قزل آلا بزرگتر دشوار باشد، به این معنی است که ممکن است فاصله نسل را از دو سال به سه سال افزایش داد.



شکل ۱ پیوست: وقایع مهم برای جمعیت هسته اصلاح نژاد با تناوب نسلی دو ساله (بالا) و سه ساله (پایین) (PM= نرهای نابالغ، ESM= ماهی های با بلوغ جنسی زودرس، NSM= ماهی های با بلوغ جنسی نرمال)

قبل از اینکه صفت سن بلوغ جنسی در اهداف برنامه اصلاح نژاد گنجانده شود، لازم است اطلاعات قابل اعتمادی در مورد نسبت بلوغ جنسی ماهیان نر و ماده در گروه های سنی یک، دو و سه ساله پرورشی در مزارع مختلف جمع آوری شود. سن در زمان بلوغ جنسی نیز متاثر از ارزیابیاندازه اقتصادی ماهی در بازار فعلی و آینده (به عنوان مثال سایز بشقابی در مقابل ماهی ۲-۱ کیلوگرمی) می باشد.

- **صفات کیفیت لاشه**[1]

صفات کیفیت لاشه شامل رنگ گوشت، میزان چربی، بافت فیله، شکل ظاهری بدن و رنگ پوست است. میزان چربی با افزایش اندازه ماهی افزایش می یابد، بنابراین وقتی هدف تولید یک ماهی سایز بشقابی باشد رنگ و محتوای چربی فیله از اهمیت کمی برخوردار بوده و یا اصلاً اهمیتی ندارد. همچنین هنگام تولید ماهی قزل آلا بزرگتر (۲-۱ کیلوگرم) رنگ فیله و شاید محتوی چربی آن ارزشمند خواهند شد، و در صورت تولید ماهی سایز بزرگتر (بالاتر از ۳-۲ کیلوگرم) این صفات اهمیت بیشتری پیدا خواهند نمود.

ثبت صفات محتوای چربی و رنگ فیله درماهیان هم سن میزان تنوع ژنتیکی را نشان می دهد و تحت تاثیر اندازه بدن متغیر است. با این حال، با افزایش اندازه ماهی و بدنبال آن محتوای چربی فیله،هنوز مشخص نیست تا چه

[1] Carcass

میزان تنوع ژنتیکی محاسبه شده در همان سن نشان دهنده اختلاف اندازه بین ماهیان برداشت شده با همان وزن بدن است. برای روشن شدن این مسئله، مطالعات بیشتری در مورد ماهی های برداشت شده با سایز یکسان لازم است. علاوه بر این، هنوز مشخص نیست که آیا تفاوت مشاهده شده در در رنگ ماهیان مختلف ، ناشی از تفاوت های فردی در مصرف کار و تنوئید هاست یا منعکس کننده تفاوت در دریافت غذا و میزان رنگدانه های مصرفی است. مستندسازی علمی این موضوع نیازمند روشی برای ثبت غذای مصرفی در ماهیانی از تعداد زیادی خانواده دارد که همانطور که در بالا بیان شده است، کار ساده ای نخواهد بود.

در مورد تعیین بهترین زمان جهت اندازه گیری صفات مرتبط با کیفیت لاشه، به عنوان مثال در "یک سن ثابت" و یا "وزن بدن ثابت" و یا بر اساس سلیقه مشتریان در مورد آن صفات، لازم است مطالعات عمیق تری صورت گیرد. سطح مطلوب چربی فیله از اهمیت ویژه ای برخوردار است و اینکه این میزان می تواند بدون هیچ واکنش منفی از طرف مصرف کنندگان کاهش یابد، اما سبب بهبود کارایی خوراک گردد.

اندازه گیری میزان محتوای چربی فیله و رنگ گوشت را می توانبا کشتن کاندیداهای اصلاح نژاد خویشاوند تنی و ناتنی یا از طریق تجزیه و تحلیل شیمیایی که بسیار پرهزینه و زمانبر بوده و یک سیستم امتیازدهی (به عنوان مثال Rosche SalmonColour ، یا طیف سنجی بازتاب مادون قرمز (NIR) بدست آورد . رنگ خارجی پوست تنوع ژنتیکی بالایی را نشان می دهد و به احتمال زیاد توسط تعداد نسبتاً کمی ژن کنترل می شود.شکل ظاهری بدن، هنگامی که ماهی کامل یا ماهی بدون امعاء و احشاء به بازار عرضه می گردد دارای اهمیت می باشد . این صفت به عنوان ضریب چاقی[1] بیان شده و با استفاده از معادله شماره ۱ محاسبه می گردد، با این فرض که همبستگی فنوتیپی بین صفت و طول بدن نزدیک به صفر است.

معادله (۱) [2]: ضریب چاقی = (وزن بدن (g) × ۱۰۰/طول بدن (cm))^{۳}

اگرچه، با این معادله همبستگی ژنتیکی بسیار بالایی بین مقدار وزن بدن و طول بدن حاصل می شود اما مسئله این است که باعث می شود صفت ضریب چاقی به خطاهای اندازه گیری در وزن بدن و در طول ماهی حساس باشد. بنابراین توجه به صفت شکل بدن مناسب در ماهی ضروری است.

[1] Condition factor

[2] https://www.dsm.com/markets/anh/en_US/products/products solutions/products_solutions_tools/Products_solutions_tools_salmon.html

➢ عملکرد فیله[1]

عملکرد فیله (برابر است با وزن فیله تقسیم بر وزن بدن) به عنوان یکی از اهداف مهم اصلاح نژاد بعد از وزن ماهی در زمان برداشت محسوب می شود، اما بهگزینی برای این صفت در برنامه اصلاح نژاد دشوار است. اهمیت این صفت را می توان در کارخانجات فرآوری که تنها فیله ها را روانه بازار می کنند مشاهده کرد.. با این حال، چون صفاتی که به عنوان هدف در برنامه اصلاح نژاد گنجانده می شوند باید برای کل زنجیره و نه تنها بخشی از آن معتبر باشد ، در نتیجه مستلزم بررسی و مطالعه دقیق تری می باشد.

در اولین مساله این است که صفت نرخ رشد به عنوان یک هدف اصلاح نژاد مناسب، سبب دستیابی به وزن بالای فیله می شود. با این وجود، همبستگی ژنتیکی بسیار بالا بین وزن فیله و وزن بدن (بالاتر از ۰/۹۵) به این معنی است که بهگزنی در راستای افزایش وزن بدن منجر به یک پاسخ همبسته در وزن فیله خواهد شد که بسیار مشابه شرایطی است که مستقیماً بهگزینی برای صفت وزن فیله صورت گیرد.

دومین مساله همبستگی ژنتیکی نسبتاً پایین(کمتر از ۰/۵) بین وزن فیله و عملکرد فیله است به این معنی که فشار انتخاب بر عملکرد فیله منجر به کاهش پاسخ انتخاب در وزن بدن و وزن فیله خواهد شد. در نتیجه، به دلیل واریانس ژنتیکی بسیار بیشتر در وزن بدن یا وزن فیله، هرگونه افزایش در بهبود ژنتیکی برای عملکرد فیله به طور کلی باعث کاهش یا از دست دادن بهبود ژنتیکی وزن بدن یا وزن فیله خواهد شد.

سومین مساله همانگونه که قبلا نیز اشاره شد حساسیت صفت فیله نسبت به خطاهای اندازه گیری وزن فیله و وزن بدن است که نشان دهنده ی همبستگی ژنتیکی بسیار بالا بین وزن بدن و طول بدن است.

➢ مقاومت به بیماری خاص

عمده بیماری های ویروسی مهم ماهی قزل آلای رنگین کمان شامل IPN[2] (نکروز عفونی پانکراس) ،VHS ([3] سپتی سمی هموراژیک ویروسی) و IHV[4] (نکروز عفونی مراکز خونساز) است. مهمترین بیماری های باکتریایی شامل استرپتوکوکوزیس (*Streptococcus iniae*) ، لاکتوکوکوس (*Lactococcus garvieae*) ، یرسینوزیس (*Yersinia ruckeri*) و فلاوو باکتریوزیس (*Flavobacterium psychrophilum*) که سندرم لارو قزل آلای رنگین کمان (RTFS) نیز نامیده شده، می باشند. تنوع ژنتیکی ماهی قزل آلای رنگین کمان در مورد صفات مقاومت به بیمای های IPN ، VHSو یرسینوزیس تحقیق و کاملاً مستند شده است(Ødegård et al., 2010).

[1] Fillet yield

[2] Infectious Pancreatic Necrosis
[3] Viral Haemorrhagic Septicaemia
[4] Infectious Hematopoietic Necrosis

صفت مقاومت به بیماری IPN توسط یک نشانگر ژنتیکی وبیماری فلاوباکتریوزیس با دو نشانگر ژنتیکی QTL (جایگاه کنترل کننده صفات کمی) کنترل می شود[1]. درمان های موثر علیه این بیماری ها در جمهوری اسلامی ایران وجود ندارد و تنها واکسن موجود واکسنی ترکیبی علیه استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوس است. بنابراین کاهش مشکلات بیماری در آبزی پروری ایران، از طریق انتخاب ژنتیکی، از اهمیت بالایی برخوردار است.

انتخاب در جهت بهبود صفات مقاومت به بیماری های خاص، بر اساس داده های بازماندگی منتج از آزمایش مواجهه سازی در شرایط کنترل شده صورت می گیرد. برای هر بیماری باید یک آزمایش جداگانه انجام شود. آزمایشات مواجهه سازی در تانک های مخصوص انجام میگیرد.

رعایت اصول ایمنی زیستی در این مخازن و سالن ها بسیار مهم است اقدامات کنترلی از جمله تصفیه آب خروجی به منظور جلوگیری از خروج عوامل بیماری زا به محیط اطراف و حذف تمام ماهیان آزمایش بایستی صورت گیرد. همچنین پرسنل درگیر با این آزمایشات اجازه ورود به هسته اصلاح نژاد را نخواهند داشت. امروزه انتخاب به کمک نشانگرها و انتخاب ژنومیک انتخاب درون خانوادگی و در نتیجه افزایش بیشتر بهبود ژنتیکی این صفات را امکان پذیر ساخته است. ارزیابی وراثت پذیری هر کدام از صفات مقاومت به بیماری باید قبل از ورود آنها به برنامه و هدف اصلاح نژاد تحقیق و محاسبه شود.

➢ مقاومت عمومی در برابر بیماری- بازماندگی

بازماندگی یک صفت مهم است و هنگامی که تلفات در مرحله برداشت نهایی محصول اتفاق افتد، از اهمیت بیشتری برخوردار است. به طور کلی، صفت بازماندگی دارای توارث پذیری پایینی است، زیرا مرگ یکماهی ممکن است به دلایل مختلفی، در بین و یا درون مزارع مختلف پرورشی اتفاق افتد. ممکن است کاهش بازماندگی، به دلایلی غیر از عوامل بیماری زا باشداگر مرگ و میر ناشی از این عوامل ناشناخته، دارای تنوع ژنتیکی باشد می توان برنامه بهگزنی را برای صفت بازماندگی در دستور کار قرار داد. با این ترتیب داده های ثبت شده در مورد صفت بازماندگی باید از دقت و صحت بالایی برخوردار باشند. ثبت روزانه ماهیان مرده و ارزیابی ماکروسکوپی پاتو-آناتومیک علت مرگ ضروری است.

در ارزیابی عوامل غیر اختصاصی تلفات، سوابق ماهیانی که به علت بیماری های خاص تلف شده و نیز سایر علل شناخته شده باید از داده ها حذف شده تا مشخص شود آیا این علل غیر اختصاصی هم توارث پذیر و هم قابل بهگزینی هستند. هماوری بالا در قزل آلای رنگین کمان امکان استفاده از خانواده های بزرگ خویشاوند تنی[2] و در نتیجه صحت انتخاب نسبتاً بالایی را برای صفت بازماندگی فراهم می کند، حتی اگر وراثت پذیری صفت مذکور کم باشد. بنابراین، اگر مرگ و میر قابل توجه بوده (مثلا ۲۰-۱۰ درصد یا بیشتر) و همبستگی ژنتیکی بین

[1] https://aquagen.no/en/products/trout-eggs/product-documentation-for-rainbow-trout/
[2] Full-sib

بازماندگی در مزارع مختلف پرواری (یا بین مخازن مشابه در همان مزرعه) متوسط تا زیاد باشد، انتظار می رود که بهگزینی به منظور افزایش بازماندگی می تواند باعث بهبود ژنتیکی قابل توجهی در این صفت شود. قبل از اینکه صفت بازماندگی در هدف اصلاح نژاد قرار گیرد، لازم است برآورد وراثت پذیری برای آن، ترجیحاً در بیش از یک محیط آزمایشی تجاری صورت گیرد.

➢ ناهنجاری [1]

شواهد مستندی از تنوع ژنتیکی قابل توجه ناهنجاری های ستون فقرات در ماهی آزاد اقیانوس اطلس از وجود دارد[2]. بعد از ارائه دستورالعمل های جدید در مورد دمای آب طی دوره انکوباسیون تخم (نباید فراتر از ۸ درجه سانتی گراد) و تنظیم سطوح فسفر و روی در جیره غذایی توسط صنعت پرورش ماهی آزاد این مشکل کاهش یافت. به احتمال زیاد مشکلات اصلی مرتبط با ناهنجاری ها را با بهینه سازی ترکیب جیره و سایر اقدامات غیر ژنتیکی به خوبی برطرف می شود. با این حال، ناهنجاری ها باید به طور مداوم در برنامه اصلاح نژاد ثبت شده و نامزدهای اصلاح نژادی و یا خانواده های با شیوع بالای ماهی ناهنجاری از برنامه مولد سازی حذف شوند.

➢ صفات مرتبط با تولید مثل

در برنامه ی اصلاح نژاد و بهگزینی ماهی قزل آلای رنگین کمان و سایر گونه های ماهی پرورشی، به صفات مرتبط با تولید مثل به دلیل باروری زیاد ماهیان ، کمتر توجه شده است با این وجود، هنگام تولید ماهی قزل آلا در سایز بشقابی، برای تولید تعداد مشخصی تخم چشم زده ، به تعداد زیاد مولد نیاز می باشد. علاوه بر این، نسبت تخم های چشم زده در ماهی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران (۶۰-۵۰ درصد تعداد تخم های لقاح یافته) در مقایسه با ماهی قزل آلای رنگین کمان (۸۰-۷۰ درصد) یا ماهی آزاد اقیانوس اطلس (بیش از ۹۰ درصد) . درکشور نروژبسیار کم است. علاوه بر این، تعداد تخم به ازای هر کیلوگرم ماهی (کیلوگرم / تخم ۱۰۰۰>) در آبزی پروری ایران بسیار کمتر از ماهی قزل آلای رنگین کمان در نروژ (۲۰۰۰ تخم در کیلوگرم) است. این تعداد پایین تخم به ازای کیلوگرم وزن ماهی سبب افزایش هزینه تولید تخم چشم زده در آبزی پروری ایران شده است.

افزایش تعداد تخم های چشم زده به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی ممکن است از طریق استراتژی های مختلف مدیریتی از جمله خوراک مخصوص مولدین، بهبود شرایط محیطی در طی دوره پرورش (به ویژه دمای آب)، یافتن مناسب ترین زمان برای تخم کشی و بهبود مراحل بارورسازی تخم ها (مانند جایگزینی مایع تخمدان با محلول های بافر) بدست این استراتژی های مختلف مدیریتی باید قبل از صرف هر زمان قابل توجهی برای

[1] Deformity

[2] Gjerde B, Pante MJR, Baeverfjord G. 2005. Genetic variation for a vertebral deformity in Atlantic salmon (S*almo salar*) Aquaculture. 244:77–87. doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.12.002.

ارزیابی فشار انتخاب ژنتیکی بر صفات تولید مثلی که بهتر است صرف افزایش بهبود ژنتیکی در سایر صفات مهمتر شود، بکارگیری شود.

➢ یکنواختی[1] در تولید

اغلب مفید است که ماهیان برداشت شده از مزرعه پرورشی، هم اندازه بوده و بنابراین برداشت آنها در فاصله زمانی محدودتری اتفاق می افتد. با این وجود، چون تنوع ژنتیکی صفت یکنواختی، پایین است[2] و پیشرفت ژنتیکی صفت رشد و سایر صفات منوط به واریانس ژنتیکی در هر یک از صفات می باشد، انتخاب صفت یکنواختی ماهی ها (در اندازه بدن یا سایر صفات) به احتمال زیاد یک استراتژی مفید نخواهد بود. در عوض، رقم بندی ماهی در هنگام صید، با توجه به صفت مورد علاقه، احتمالاً یک استراتژی مفیدتری می باشد .

[1] Uniformity
[2] http://isga2015.acuigen.es/uploads/presentations/O11_Sae-Lim.pdf.

۳- گزارش مبسوط از اجرای پروژه بهبود ژنتیکی ماهی قزل آلای رنگین کمان در جمهوری اسلامی ایران (TCP/IRA/3602) با همکاری فائو

۳-۱- بازدید مشاوران نروژی از وضعیت موجود تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا در ایران

آقای دکتر بیارنه یارنه مشاور تخصصی بین المللی پروژه اولین سفر خود را در تاریخ ۳-۹ شهریور ماه ۱۳۹۶ به ایران آغاز نمودند. هدف از این سفر بازدید از وضعیت موجود مراکز دولتی و خصوصی تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا در ایران و تعیین مکان های مناسب برای ایجاد مرکز اصلاح نژاد قزل آلا بود. در طی این سفر آقای دکتر بیارنه از مرکز تکثیر و بهبود ژنتیکی آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت، مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن و مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج بازدید کردند. در این بازدید ها منابع آبی، ابنیه، امکانات موجود و نقشه های مراکز توسط آقای دکتر بیارنه بررسی شد. در تاریخ ۸ شهریور۱۳۹۶ کارگاه آموزشی مقدمه ی کوتاهی بر ژنتیک کمی و کاربرد آن در برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلا با حضور کارشناسان، محققین و پرورش دهندگان قزل آلا و توسط آقای دکتر بیارنه در محل سازمان شیلات ایران آلا برگزار گردید. در آخر نیز جلسه جمع بندی سفر با حضور آقای دکتر عبدالحی، هماهنگ کننده ملی پروژه (NPC) و نمایندگان دفتر فائو و مدیران تخصصی آبزی پروری تشکیل گردید.

بزرگترین دستاورد این سفر ارائه برنامه اولیه اصلاح نژاد قزل آلا و انتخاب دو مرکز کلاردشت و یاسوج به عنوان مراکز اصلاح نژاد قزل آلا بود.

دومین سفر مشاورین نروژی به ایران توامان توسط آقای دکتر حیدر فرسوی (LTO)، مدیر تخصصی پروژه و و آقایان Bjarne Gjerde و Ola Sveen مشاورین تخصصی در بهمن ماه۱۳۹۶ انجام شد. در جلسه ای با حضور مدیران و کارشناسان شیلات، تحقیقات و پرورش دهندگان ماهی قزل آلای سراسر کشور، آقای دکتر عبدالحی معاون توسعه آبزی پروری، گزارشی از اقدامات انجام شده در این پروژه شامل برگزاری دوره آموزشی مجازی، بازدید مطالعاتی از توانمندی های کشور نروژ را ارائه کردند. همچنین آقای شهنیان نماینده دفتر فائو، گزارش مبسوطی از نحوه اجرای دوره آموزشی "مبانی اصلاح نژاد قزل آلا" که با حضور اساتید شرکت Nofima نروژ برگزار شد ارائه نمودند و پس از آن به ۲۷ نفر از برگزیدگان که در انجام فعالیت های دوره آموزشی پیشرفت صددرصدی داشتند، گواهینامه اعطا شد. همچنین آقای Bjarne متخصص در زمینه اصلاح نژاد از شرکت نوفیما (نروژ) مطالب آموزشی در زمینه تدوین برنامه اصلاح نژاد آبزیان ارائه کردند.

تصویر ۱ - برگزاری جلسه و کارگاه آموزشی با حضور مشاورین نروژی در محل سازمان شیلات ایران

تیم مشاوران تخصصی نروژی از مرکز SPF قزل آلای تنکابن و مرکز تکثیر شهید باهنر کلاردشت در روزهای ۲۳و۲۴ بهمن ماه و از مرکز اصلاح نژاد قزل آلای یاسوج در روز ۲۶ بهمن ماه بازدید کردند.

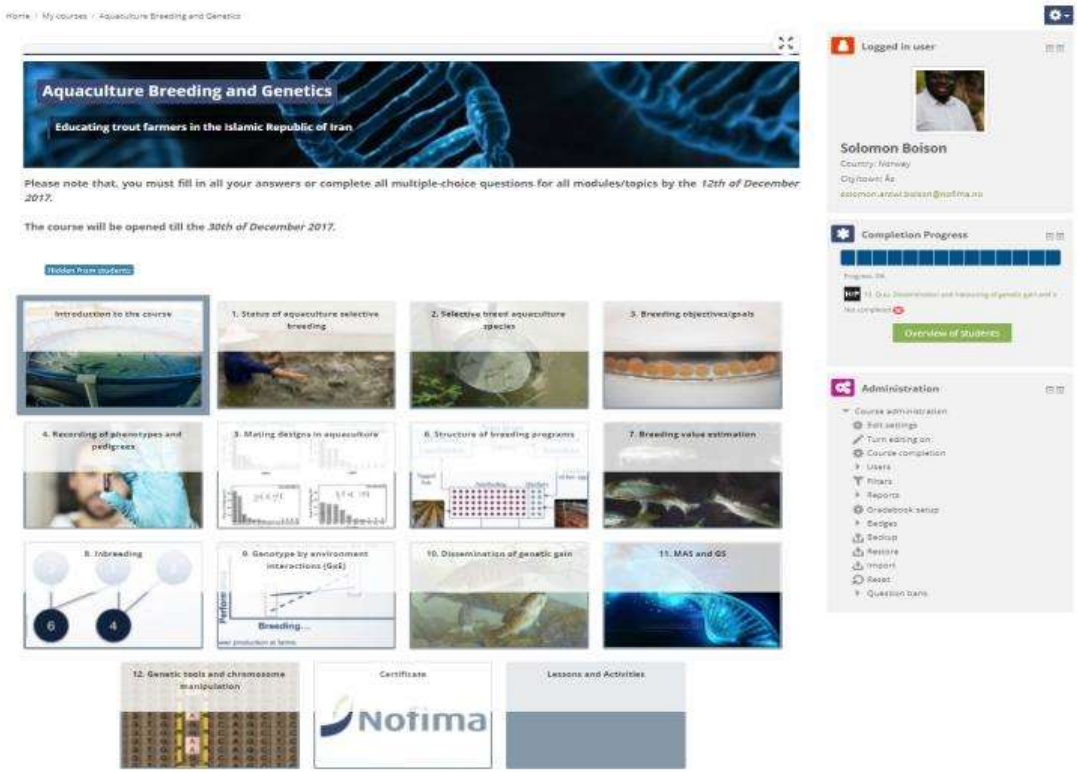
تصویر ۲- مشاورین نروژی در حال بررسی منابع آبی مرکز کلاردشت

تصویر ۳- مشاورین نروژی در حال بررسی نقشه ی اجرایی مرکز کلاردشت

ره آورد این سفر ارائه نقشه های نهایی دو مرکز اصلاح نژاد یاسوج و کلاردشت توسط مشاورین نروژی بود.

۳-۲-برگزاری دوره آموزشی مجازی با موضوع اصلاح نژاد آبزیان

این دوره به صورت آنلاین با عنوان مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری(Basic selective breeding in aquaculture) با تدریس هفت نفر از اساتید برتر اصلاح نژاد آبزی پروری شرکت نوفیما نروژ برگزار گردید. ۱۰۰ نفر از کارشناسان ، پرورش دهندگان و محققین شیلاتی به شرکت معرفی و روند ثبت نام آنها در صفحه اختصاصی انجام گردید. فیلم های آموزشی از ۲۳ آبان تا ۱۰ دیماه ۱۳۹۶ در سایت مذکور و در صفحه شخصی ثبت نام شدگان قرار گرفت. فیلم های آموزشی و سرفصل های تدریس شده به شرح جدول ۸ بود و متن پاور پوینت ها نیز به فارسی ترجمه و در اختیار فرا گیران قرار گرفت.



تصویر ٤- نمایی از صفحه بارگذاری فیلم های دوره آموزشی مجازی مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری

جدول ۸ -سرفصل ها و مدرسین دوره آموزشی مجازی مبانی اصلاح نژاد در آبزی پروری

نام مدرس	عنوان تدریس
Dr. Trygve Gjedrem	مقدمه ای بر وضعیت موجود ، مزایا و چشم انداز اصلاح نژاد در آبزی پروری
Dr. Panya Sae-Lim	معرفی گونه های آبزی پروری اصلاح نژاد شده تداخل ژنتیک و محیط
Dr. Kristine Hov Martinsen	تعیین اهداف اصلاح نژاد در آبزی پروری
Dr. Celeste Jacq	ثبت اطلاعات فنوتیپی و شجره و نمونه برداری ژنتیکی
Dr. Bjarne Gjerde	استراتژی اصلاح نژاد و طراحی آمیزش روشهای انتخاب طراحی برنامه اصلاح نژاد ساده و پیشرفته تکثیر و انتشار پیشرفت ژنتیکی
Dr. Solomon Boison	همخونی و کنترل نرخ همخونی
Dr. Marie Lillehammer	تخمین ارزش اصلاحی و انتخاب کاندیدهای انتخاب مقدمه ای بر کاربرد اطلاعات ژنتیکی در اصلاح نژاد و انتخاب (MAS and GS)
Dr.Luqman Aslam	ابزارهای متفاوت ژنتیک مولکولی و دستکاری کروموزومی

۳۳ نفر از شرکنندگان بیشترین مشارکت را در بازدید فیلم ها و شرکت در آزمون ها داشتند اما در نهایت به ۲۷ نفر از افرادی که بالاترین امتیاز را در پاسخگویی به سوالات کسب کردند، گواهینامه آموزشی ارائه شد. در جلسه ی اعطای گواهینامه ها کتاب مبانی اصلاح نژاد آبزی پروری و سی دی حاوی مطالب آموزشی و فیلم های دوره به کلیه شرکت کنندگان اعطا شد.

Food and Agriculture Organization
of the United Nations

This certificate is awarded to

Ms. Maryam Nafari

By the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the Iran Fisheries Organization (IFO)
of the Ministry of Agriculture Jahad
For having successfully participated in the
Training Online Course on the subject of
'BASIC SELECTIVE BREEDING IN AQUACULTURE'

The training course was conducted from 15 of November 2017 to 30 of December 2017 by Nofima within the framework of TCP/IRA/3602
'Genetic Improvement of Rainbow Trout in the Islamic Republic of Iran'

تصویر ۵ - نمونه گواهینامه اعطا شده به فراگیران برتر دوره آموزشی

۳-۳-برگزاری تور آموزشی بازدید از توانمندی های اصلاح نژاد آزاد ماهیان کشور نروژ

این سفر در قالب یکی از اقدامات تعریف شده در سند پروژه به مدت ۱۴ روز و از تاریخ ۹۶/۸/۲۱ لغایت ۹۶/۹/۶ (۲۱ تا ۲۷ نوامبر ۲۰۱۷) انجام شد.

هدف از این تور آموزشی، بازدید از توانمندی های علمی، تخصصی و تجهیزات شرکت های بزرگ کشور نروژ در زمینه اصلاح نژاد ماهی بود.

کلیه هماهنگی ها و پرداخت هزینه ها از طریق دفتر نمایندگی فائو در جمهوری اسلامی صورت پذیرفت و شرکت میزبان در نروژ شرکت Nofima و فرد مسئول برگزاری تور مطالعاتی ، خانم دکتر اینگرید اولسن(Ingrid Dr. olesen) رئیس بخش تحقیقات آبزی پروری شرکت نوفیما بودند.

مامورین اعزامی سرکار خانم دکتر مریم نفری یزدی، رئیس گروه برنامه ریزی تولید آبزیان معاونت آبزی پروری، جناب آقای مهندس مصطفی رضوانی گیل کلایی، رئیس مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آزاد ماهیان شهید باهنر و سرکار خانم دکتر سلطنت نجار لشگری، رئیس مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی تنکابن بودند.

برنامه سفر در کشور نروژ به شرح ذیل بود:

۳-۳-۱-کارگاه آموزشی با اساتید شرکت Nofima، در شهر اسلو(۱۳ نوامبر۲۰۱۷)

۱- سخنرانی خانم دکتر اینگرید اولسن(Ingrid olesen): با موضوع تاریخچه شکل گیری شرکت نوفیما، معرفی نمایندگی های شرکت، منابع درآمد نوفیما

۲-سخنرانی آقای دکتر بی یارنه (Bjarne Gjerde): با موضوع سخنرانی منابع و هزینه های تولید کارآمد از طریق اصلاح نژاد

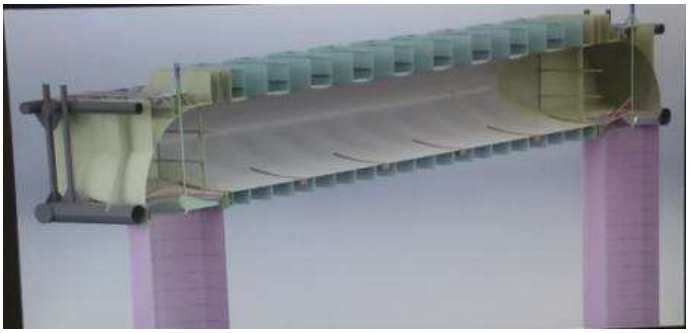
۳- آقای دکتر سالامون (Solomon Antwi Boison): با موضوع سخنرانی استفاده ازاطلاعات SNP چیپ در انتخاب جمعیت های ماهی

۴- آقای دکتر مورتن رای (Morten Rye) : با موضوع سخنرانی کاربرد اصلاح نژاد در آبزی پروری ، معرفی Benchmark های مختلف در زمینه آبزی پروری، کشاورزی، تغذیه و غذادهی و مراقبت های بهداشتی آبزیان در کشور نروژ

تصویر ٦ - آقای دکتر مورتن رای سخنران کارگاه آموزشی

۳-۳-۲- جلسه با مدیران شرکت Lerøy، در شهر برگن

شرکت Leroy از جمله شرکت هایی است که به تمام زنجیره های تولید آبزیان توجه کرده است و در زمینه های صید و صیادی ، آبزی پروری، فرآوری، بازاریابی و فروش فعالیت گسترده ای در نروژ و کشورهای مختلف دارد. در جلسه ای با مدیران شرکت، سیستم Pre line را که یک نوع سیستم پرورش ماهی در دریا می باشد به همراه مزایا و مراحل پرورش را شرح دادند. سیستم Pre line مجهز به دوربین بوده و تمام اثرات محیطی توسط دستگاه Momb Analytical Reports پایش می شوند . سیستم Pre Line مجهز به سیستم جمع آوری فضولات و ماهیان مرده می باشد که این کار به صورت اتوماتیک صورت می گیرد. سطح تانک ۲۲۰-۱۶۰ مترمربع و عمق آب ۳۰-۲۰ متر می باشد. با توجه به مشکل انگل Lice در ماهی سالمون و حساسیت این انگل به دما، بین اعماق ۲۰تا ۳۰ متر جابه جا می شود، زیرا انگل Lice در دمای پائین فعالیتی ندارد. Pre Line با استفاده از لنگر ثابت نگه داشته می شود .



تصویر ۷– نمایی از سیستم Pre line

۳-۳-۳-بازدید از مزرعه Pre Line شرکت Leroy ، در شهر برگن

شامل: اتاق کنترل، ساختار Pre line، سالن پرورش *Cyclopeterus lampus* (مهاجم بیولوژیک انگل Lice ماهی آزاد)

تصویر ۸ –مزرعه Pre Line شرکت Leroy

۳-۳-٤- بازدید از مرکز اصلاح نژاد Salmo Breed

بازدید از مرکز اصلاح نژاد شرکت سالموبرید با همراهی آقای هگ کارشناس متخصص شرکت صورت گرفت و شامل بازدید از سالن انکوباسیون، انکوباتورها، سیستم جریان آب، سالن پرورش بچه ماهیان، غذاده اتوماتیک، سالن پرورش پیش مولدین، اتاق نشانه گذاری ماهی ، اتاق بررسی های پاتولوژی بود.

تصویر ۹ – انکوباسیون های شرکت سالمو برید (هر سینی برچسب گذاری شده بود که شامل اطلاعات خانواده ، شماره سالن ،شماره ردیف و شماره تانک بود)

تصویر ۱۰ – سالن مخازن نگهداری بچه ماهی تا وزن ۱۰-۱۲ گرم (قبل از نشانه گذاری) و دستگاه غذاده اتوماتیک مورد استفاده

تصویر ۱۱ – میز کار ثبت اطلاعات زیست سنجی و نشانه گذاری ماهی شامل سوزن تزریق تگ ، ترازوی دیجیتال و ثبت اطلاعات ماهی در نرم افزار

تصویر ۱۲ - مخازن نگهداری ماهیان پرواری

در همان روز بعد از بازدیدها ، دو سخنرانی با موضوعات زیر برگزار شد:

۱-سخنرانی خانم Dr. Borghild Hillestadدر خصوص فواید اصلاح نژاد، ساختار یک برنامه اصلاح نژاد و اصلاح نژاد مدرن

۲-آقای دکتر هومن مقدم با عنوان، پیشرفت های انتخاب ژنتیکی سالمون اقیانوس اطلس در برنامه های اصلاح نژاد

۳-۳-۵-بازدید از مرکز تکثیر شرکت Marine Harvest، در شهر برگن

آقای هانس کارشناس تخصصی شرکت مارین هاورست مسئول همراهی بازدید بودند. ابتدا ایشان در قالب پاورپوینت به معرفی شرکت، مزارع و مراکز تکثیر، برنامه های انتخاب، تعداد کارکنان، معرفی سویه اصلاح نژاد شده MOWI، میزان تولید تخم و تخم چشم زده شرکت در سال ۲۰۱۷ و ظرفیت نگهداری مولدین پرداختند. صفات مهم انتخابی در برنامه اصلاح نژاد این شرکت شامل: افزایش رشد، بهبود کیفیت لاشه و افزایش مقاومت در برابر بیماری های مختلف بود. همچنین مراحل صید مولدین، شرایط نگهداری مولدین، تکثیر مولدین، تست IPN، انکوباسیون، انگشت قد، تراکم ذخیره سازی و برداشت از قفس های دریایی را معرفی کردند و سپس ازبخش های مختلف مرکز تکثیر و نگهداری مولدین بازدید شد.

تصویر ۱۳ - مرکز تکثیر شرکت مارین هاروست

۳-۳-٦- بازدید از مرکز تکثیر شرکت AquaGen، در روستای Kyrksaterora

ابتدا مدیر شرکت به تشریح فعالیت های تجاری و اصلاح نژاد شرکت آکواژن، برنامه های اصلاح نژاد گونه های ماهی آزاد اقیانوس اطلس، قزل آلا و آزاد کوهو پرداختند. عضویت شرکت در EW GROUP، فعالیت های تحقیقاتی، انتخاب بر اساس خانواده،QTL Selection و Genomic Selection از دیگر مطالب ارائه شده توسط ایشان بود. چهار سویه تجاری به نام های PRIM,SHIELD,GAIN و RED توسط این شرکت تولید می شد که در هر سویه انتخاب برای چهار تا پنج صفت تجاری مورد درخواست بازار بود. در ادامه از بخش های صید مولدین، مرحله بیهوشی، تکثیر، دستگاه لقاح اتوماتیک، غذاده اتوماتیک، دستگاه شمارشگر تخم، اطاق ضد عفونی و اطاق انکوباسیون بازدید شد.

تخم سبز ماهی پس از ضد عفونی با بوفوداین به انکوباتورهای کوچک آبی رنگ و تخم چشم زده به انکوباتورهای بزرگ سبز رنگ منتقل می شدند. از تخم چشم زده تا آلوین در انکوباتورهای عمودی کشویی با جریان آب ۶ لیتر در دقیقه نگهداری می شدند که در شکل نمایش داده شده است.

تصویر ١٤ - ربات انجام دهنده مراحل لقاح بدون هیچگونه دخالت انسانی

تصویر ۱۵ - انکوباتورهای مختلف در مرکز آکواژن

تصویر ۱۶- دستگاه شمارش گر تخم ماهی

۳-۳-۷- بازدید از مرکز تحقیقات آبزی پروری Nofimaدر شهر Sunndalsøra

نوفیما دارای مراکز و ایستگاه های تحقیقاتی مختلفی در کشور نروژ، به شرح زیر است:

- مرکز اصلی نوفیما، ترومسا (Thromsa) در شمال نروژ است که از بخش تحقیقاتی و آزمایشگاه تشکیل شده است.
- مرکز ساندالسورا (Sunndalsora) در غرب دارای مرکز تحقیقات آبزی پروری، مزارع تحقیقاتی سیستم مدار بسته (RAS)، تغذیه، تولیدات زیستی و ناهنجاری های اسکلتی است.
- مرکز برگن (Bergen) که دارای بخش های تولید غذا و تغذیه است.
- مرکز استاوانگا (Stavangoa) دارای بخش های گاسترونومی و فرآوری است.
- مرکز اس (As) از بخش های غذا و تغذیه، ژنتیک، کشاورزی، آزمایشگاه مولکولی و بخش های تحقیقاتی اصلاح نژاد تشکیل شده است.
- مزارع آزمون های چالش بیماری و Challenge lab نوفیما در Thromsa و Molecular lab نیز در As وجود دارد.

با همراهی خانم دکتر سینووا (Dr.Synnove Helland)، متخصص فیزیولوژی و مدیر ایستگاه تحقیقاتی آبزی پروری نوفیما در شهر ساندالسورا از مرکز مداربسته نگهداری بچه ماهی و مولدین ماهی سالمون، سالن بچه ماهیان دارای تست IPN، ، سالن انکوباسیون مشتمل بر انکوباتورهای کوچک آزمایشی برای نگهداری تخم و لارو دارای جداول تست IPN، سالن نگهداری ماهیان اسمولت، سالن نگهداری ماهیان پرواری در آب شور، اتاق واجد سیستم تنظیم سرعت غذادهی و غذاده های اتوماتیک در کلیه سالن ها، اتاق پلاک گذاری و دستگاه های ردیابی ماهیان پلاک گذاری شده، سالن های نگهداری ماهی سالمون، ماهی قزل آلا و ماهی کاد بازدید به عمل آمد.

تصویر ۱۷- اطاق کنترل بخش های مختلف سیستم مداربسته

تصویر ۱۸- نمای دستگاه درام فیلتر مورد استفاده در سیستم مداربسته

تصویر ۱۹- سالن های تحقیقاتی شرکت نوفیما

۳-۳-۸- جلسه و ملاقات با اساتید برجسته اصلاح نژاد ماهی شرکت Akvaforsk در شهر Sunndalsøra

محققین برجسته آکوا فورسک حاضر در جلسه به شرح زیر بودند:

Dr.TerjeRefstie,Dr.HarryJohansen،Dr.IngunnThorlan,Dr.ArpithaAradhya,Dr.,Rama Bangera

در این جلسه محققین از تاریخچه شروع اصلاح نژاد در کشور نروژ و همچنین پیشرفت های بدست آمده در طی ۴۰ سال توضیحاتی ارائه کردند. عمده فعالیت های تحقیقاتی این اساتید بر روی انتخاب ژنومیکی ماهی متمرکز می باشد.

۳-۳-۹- جلسه و ملاقات با مدیر شرکت Cryogenetics، در شهر Hamar

شرکت کرایوژنتیک در زمینه انجماد اسپرم فعالیت دارد. این شرکت در سال ۲۰۱۷، ۶۰۰۰۰۰ میلی لیتر اسپرم منجمد تولید کرده است. در تکثیر از ۱۲ میلی لیتر اسپرم برای باروری ۴۰۰۰ تخمک استفاده می شود، بنابراین اسپرم منجمد تولید شده توسط این شرکت برای باروری ۲۰۰ میلیون تخم کافی می باشد. امکانات این شرکت شامل آزمایشگاه های پیشرفته انجماد اسپرم، ذخیره و خدمات مشاوره ای در زمینه انجماد اسپرم و اصلاح نژاد و بهبود و افزایش کیفیت اسپرم منجمد شده، آموزش و بسته بندی می باشد.خانم Eli Saetersmoen مدیر عامل شرکت بودند.

این شرکت نمایندگی هایی در کشورهای استرالیا، کانادا، شیلی و آمریکا دارد و نمایندگی کشور نروژ در شهر هامار است و در نروژ رابطه کاری تنگاتنگی با کلیه شرکت بزرگ از جمله مارین هاروست، آکواژن و .....داشت.

گونه های پرورشی نروژ ماهی آزاد آتلانتیک، ماهی قزل آلای رنگین کمان، ماهی هالیبوت، ماهی کاد و ماهی سیکلوپتروس لامپوس می باشند که کار انجماد اسپرم همه این گونه ها توسط این شرکت انجام می شود.

۳-۳-۱۰- بازدید و کارگاه آموزشی در زمینه اصلاح نژاد ماهی و غذای آبزیان در شرکت Nofima (شهر Ås)

بازدید از آزمایشگاه های تخصصی ژنتیک، اصلاح نژاد و آزمایشات میکروبی و تغذیه که شامل موارد زیر بود:

- DNA extraction and PCR
- Chemical composition
- Chemical analysis of proteins and nitrogen compounds
- Chemical analyses of fat and oils
- Pigment analysis
- Microbiological analyses of feed and food
- Physical measurements
- Mineral analyses

تصویر ۲۰ - آزمایشگاه های تخصصی شرکت نوفیما در شهر اس

در ادامه سخنرانی های علمی با اساتید و موضوعات زیر برگزار شد:

۱-سخنرانی خانم دکتر اینگرید اولسن(Ingrid olesen): موضوع سخنرانی، چطور می توانیم پذیرش جهانی در خصوص ماهیان پرورشی بهبود یافته ژنتیکی را بیش از ۱۰ درصد افزایش دهیم؟

۲-سخنرانی آقای دکتر اریک (Jens- Erik Dessen) موضوع سخنرانی : غذا و تغذیه در آبزی پروری

۳-گزارش پروژه ی طراحی برنامه اصلاح نژاد ماهی قزل آلا توسط آقای دکتر لقمان

۳-۳-۱۱- دستاورد های مهم سفر

با توجه به هدفی که در پروژه TCP/IRA/3602در بازدید از کشور پیشرو در زمینه اصلاح نژاد ماهی پیش بینی شده بود ، انجام این امر توسط نمایندگی دفتر فائو در ایران به بهترین نحو انجام پذیرفت. هم انتخاب کشور نروژ و هم انتخاب شرکت نوفیما بهترین انتخاب برای انجام این تور مطالعاتی بود. برنامه ریزی بازدید ها هم کاملا منطبق با هدف پروژه بود . مهمترین دستاورد این سفر بازدید از تجهیزات و امکانات مراکز اصلاح نژاد ماهی کشور نروژ بود که در کشور ما هنوز چنین مرکزی وجود ندارد. با توجه به اینکه کشور ایران بزرگترین تولید کننده ماهی قزل آلا در آب شیرین در دنیا می باشد، توجه نرم افزاری و سخت افزاری برای ایجاد یک مرکز اصلاح نژاد خاص ماهی قزل آلا می تواند جمهوری اسلامی ایران را در بلند مدت به بزرگترین کشور صادر کننده این ماهی تبدیل نماید. پیشنهاد شد پروژه جدیدی با فائو و همکاری شرکت های نروژی برای اجرایی شدن برنامه ملی اصلاح نژاد قزل آلا تعریف شود.

۳-٤-آنالیز واریانس ژنتیکی جمعیت های موجود در کشور و برگزاری کارگاه آموزشی

مطابق برنامه کاری برای ایجاد جمعیت پایه ماهی قزل آلا برای شروع اصلاح نژاد، نیاز بود که جمعیت های موجود مورد بررسی ژنتیکی قرار گیرند. دفتر فائو طی قراردادی با موسسه تحقیقات علوم شیلاتی این کار را انجام داد. مطابق مفاد این قرارداد علاوه بر تعیین میزان واریانس ژنتیکی جمعیت های مختلف، برگزاری کارگاه

آموزشی نیز پیش بینی شده بود و به همین منظور کارگاه آموزشی بین المللی ژنتیک و اصلاح نژاد آبزیان با حضور آقای Haydar fersoy، مدیر راهبری فنی پروژه بین المللی بهبود ژنتیکی ماهی قزل الای رنگین کمان، توسط دفتر فائو و سازمان شیلات ایران با همکاری موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور از تاریخ ۸ لغایت ۱۰ مهرماه ۹۸ در مرکز تحقیقات ماهیان سردابی تنکابن و با حضور مدیران و کارشناسان شیلاتی، محققین و پرورش دهندگان ماهی قزل الا در مرکز تحقیقات ماهیان سردابی کشور برگزار شد.

در این کارگاه در ابتدا گزارش پروژه آنالیز واریانس ژنتیکی ارائه شد و سپس مدرسین دوره با موضوعات زیر به مدت سه روز مطالب خود را ارائه کردند : آقای دکتر مسعودی عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس با موضوع کاربردهای انتخاب ژنتیکی در برنامه های اصلاح نژاد، آقای دکتر درافشان عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان با موضوع اصول و مبانی اصلاح نژاد و اینترکشن ژنتیک و محیط درآبزی پروری، خانم دکترلشگری عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات شیلات با موضوع استراتژی های انتخاب روش های تلاقی وجلوگیری از همخونی، خانم دکترنفری رئیس گروه برنامه ریزی تولیدآبزیان ازسازمان شیلات با موضوع منفعت های اقتصادی حاصل از اجرای برنامه اصلاح نژاد در دنیا، روش های علمی تعیین اهداف اصلاح نژاد و تعیین ضرایب اقتصادی صفات مهم در برنامه های اصلاح نژاد قزل الا سخنرانی کردند.

تصویر ۲۱ - کارگاه آموزشی بین المللی ژنتیک و اصلاح نژاد آبزیان در مرکز تحقیقات تنکابن

نتایج این آنالیز ژنتیکی در آذرماه ۹۸ ارائه شد و توسط مشاور تخصصی پروژه آقای حیدر فرسوی بررسی و تایید شد.

۳-۵- خرید تجهیزات نرم افزاری و سخت افزاری ثبت اطلاعات و نشانه گذاری ماهی

تجهیزات پیش بینی شده در پروژه شامل تجهیزات مرتبط با نشانه گذاری ماهی و ثبت اطلاعات بود که خرید این تجهیزات نیز با اجرای مناقصه توسط دفتر فائو به شرکت تپکو واگذار شد و در نهایت مطابق قرارداد دو میز مخصوص نشانه گذاری و ثبت اطلاعات ماهی، تگ و دستگاه تزریق تگ، دستگاه تگ خوان، دستگاه لیبل گذاری و ترازوی دیجیتال و مهمتر از همه نرم افزار ثبت اطلاعات، مورد استفاده در برنامه اصلاح نژاد برای هر دو مرکز کلاردشت و یاسوج خریداری شد.

تصویر ۲۲ - تجهیزات خریداری شده مراکز کلاردشت و یاسوج به منظور نشانه گذاری و ثبت اطلاعات ماهی

۳-۶- تور آموزشی بازدید از توانمندی های کشور ترکیه در زمینه اصلاح نژاد

این تور آموزشی با عنوان اصول تکثیر آزاد ماهیان و اصلاح نژاد در تاریخ ۳ تا ۷ دیماه ۹۷و در شهر ترابوزان انجام شد. هیئت اعزامی ج. ا. ایران متشکل از آقایان سید رضا میری شکتایی، علی پاشازانوسی و سید مهدی سمائی بودند. این افراد علاوه بر بازدید از مرکز تکثیر ماهی Black Sea Trout (*Salmo labrax*) و آشنایی با تکثیر و مراحل نشانه گذاری ماهی در دوره های آموزشی با عناوین زیر نیز شرکت کردند:

-آشنایی با سیستم تحقیقاتی در ترکیه- مدرس Sirin Fridin

- برنامه های قابل حصول و پایدار اصلاح نژاد- مدرس Z.Duygu Duzgunes

-روش های انتخاب مبتنی بر ژنتیک کمی در آبزی پروری -مدرس Asiye Nur Saltan

- مطالعات زیست فن آوری – مدرس Atife Tuba BEKEN
- زیست شناسی ، مشخصات پرورشی و وضعیت موجود ماهی Black sea trout–مدرس E. Cem Cankiriligil
- وضعیت مزارع قزل آلا در ترکیه – مدرس Dr Bilal Akbulut
- مراحل تکثیر ماهی Black sea trout–مدرس Eyup CAKMAK
- فن آوری تغذیه و غذادهی ماهی قزل آلا- مدرس Dr.OsmanTolga ozel
- آداپتاسیون ماهی قزل آلای رنگین کمان و قزل آلای دریای سیاه به شوری- مدرس Recai cimaligil
- برنامه های اصلاح نژاد مبتی بر ژنتیک
- استفاده از تکنولوژی های ژنتیک مولکولی در اصلاح نژاد ماهی
- آنالیزهای کاربردی روش های مولکولی مورد استفاده در اصلاح نژاد ماهی

تصویر ۲۳ - تور آموزشی بازدید از توانمندی های کشور ترکیه در زمینه اصلاح نژاد

در خاتمه خلاصه اقدامات انجام شده به شرح جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹- خلاصه اقدامات انجام شده پروژه بهبود ژنتیکی قزل آلا در جمهوری اسلامی ایران

ردیف	شرح اقدام	زمان	توضیحات
۱	امضای سند پروژه	۹۵آبان۱۲	
۲	Inception workshop با حضور LTO پروژه آقای Haydar Fersoy	۹۵/۱۱/۱۲	تکمیل و نهایی کردن WORK PLAN
۳	حکم اعضای شورای راهبری پروژه	۹۵/۱۱/۳۰	
۴	برگزاری کارگاه تعیین اهداف اصلاح نژاد به منظور تعیین مهمترین صفات اقتصادی ماهی قزل آلا	۹۵/۱۲/۲۱	
۵	Orientation Workshop در محل دفتر فائو در تهران با تدریس کارشناسان دفتر فائو	۹۶/۳/۳	
۶	سفر اول مشاور تخصصی نروژی پروژه آقای Bjarne Ragnar Gjerde	۳ تا ۹ شهریور ۹۶	سفر به کلاردشت و یاسوج
۷	کارگاه آموزشی با حضور کارشناسان و پرورش دهندگان قزل آلا با تدریس آقای Bjarne Ragnar Gjerde	۹۶/۶/۸	
۸	ارسال نسخه اولیه برنامه بهبود ژنتیکی قزل آلا توسط Bjarne	۹۶/۸/۱۵	
۹	برگزاری بازدید و دوره آموزشی با موضوع اصلاح نژاد به مدت سه هفته در نروژبرای سه نفر از کارشناسان ایرانی	۲۱ آبان تا ۵ آذر ۹۶	
۱۰	برگزاری دوره آموزش مجازی برای ۱۰۰ نفر کارشناسان ، پرورش دهندگان و محققین با عنوان مبانی اصلاح نژاد به مدت سه هفته با عنوان Basic selective breeding in aquaculture	۲۳ آبان تا ۱۰ دیماه	سرفصل های آموزشی پیوست می باشد
۱۱	سفر دوم مشاورین نروژی Bjarne &OLA	۲۳ -۲۶ بهمن ۹۶	سفر به کلاردشت و یاسوج
۱۲	کارگاه آموزشی و جلسه جمع بندی دوره آموزشی مجازی برنامه پیشنهادی آقای بیارنه	۹۶/۱۱/۲۵	اعطای گواهینامه به ۲۷ نفر
۱۳	ارسال نسخه دوم برنامه بهبود ژنتیکی قزل آلا بوسیله Bjarne &OLA	۹۷/۲/۲۳	
۱۴	سفرآقای OLA مشاور نروژی جلسه بررسی نقشه های اجرایی و نیازمندی های مراکز	۵-۱۱ خرداد ۹۷ ۸خرداد ۹۷	سفر به کلاردشت و یاسوج
۱۵	دوره آموزشی و بازدید از مرکز تحقیقاتی ژنتیک و تکثیر ترکیه برای سه نفر	۳-۷ دیماه۹۷	ترابوزان ترکیه
۱۶	قرارداد با موسسه تحقیقات علوم شیلاتی به منظور تعیین واریانس ژنتیکی	۱۹ آذر ۱۳۹۷	
۱۷	خرید تجهیزات ثبت اطلاعات و تگ زنی ماهی (توسط شرکت	دیماه ۱۳۹۸	

ردیف	شرح اقدام	زمان	توضیحات
	تپکو)		
۱۸	سفر LTO پروژه آقای Haydar Fersoyبه ایران	۶-۱۲مهر۹۸	
۱۹	برگزاری کارگاه آموزشی با عنوان ژنتیک و اصلاح نژاد در مرکز تحقیقات تنکابن در راستای مفاد قرارداد آنالیز واریانس ژنتیکی موسسه تحقیقات شیلات بند ۱۵	۸-۱۰ مهرماه ۱۳۹۸	تنکابن
۲۰	ارائه گزارش نهایی واریانس ژنتیکی جمعیت های ماهی قزل آلای رنگین کمان توسط موسسه تحقیقات شیلات ایران	آذر ۹۸	
۲۱	ارسال نسخه نهایی برنامه بهبود ژنتیکی قزل آلا در ایران توسط دفتر فائو	۵ دیماه ۹۸	

Abstract:

The Genetic improvement of rainbow trout (TCP/IRA/3602) with cooperation FAO with objective of selective breeding of rainbow trout signed in 2/11/2016 between Dr. Hasan Salehi Deputy Minister and Director of Iranian Fisheries and Serge Nakousi Representative of FAO in Tehran and started in 15/11/2016. The duration of project was two years and one year extended and final date was 31/12/2019. Dr. Salehi was NPD (National program Director). Hosseinali Abdolhay was NPC (National program coordinator), Haydar Fersoy was LTO, Bjarne Gjerde and Ola Sveen were IC and Mr. Shahnian were project operation officer in Tehran.
After signing the cooperation document, the project work plan was prepared in accordance with the objectives and credits foreseen in the program document by the expert team of the Fisheries Organization of Iran and the FAO office.
This work plan was finally approved on February 3, 2017 in the Inception workshop with the presence of Dr. Haydar Farsoy (LTO), the project manager.
In this project, in order to provide the implementation of the rainbow trout breeding program in Iran, important actions were taken, which will be discussed later, and the most important of them was to present the rainbow trout selective breeding national plan in Iran.
This report has three parts, in the first part, the general principles of the rainbow trout breeding plan is presented. In the second part, the required executive actions in two breeding nucleus of Kelardasht and Yasuj are listed, finally the report of project actions, is given in the third section
During this project, several courses and workshops have been implemented, the most important of which was virtual training for one hundred experts in the Iranian fisheries, the Iranian Fisheries Research Institute and the private sector on the basics of selective breeding Also, two study tours were held to visit the aquaculture selective breeding capabilities of Norway and Turkey by six experts that its report is end of this report. The important achievement of this project was national Selective breeding plan, for rainbow trout in Iran by Norwegian consultants, which gives the strategy of selective breeding and the most important economic traits which will be selected for breeding rainbow trout plan and program that Consider how to design the two breeding centers of Kelardasht and Yasouj, according to the conditions and facilities of these two centers, the required equipment and the new design map of these two centers are provided.
Another implementation of this project was determining the genetic variance of the rainbow trout population of selected farms, which was carried out by the Fisheries Science Research Institute. Also equipment of fish tagging, biometry and software for recording phenotypic information of fish, were bought and all of them were sent to Kelardasht and Yasouj centers.

Keywords: Rainbow trout, Breeding plan, Genetic improvement, Nucleolus Breeding Center.

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute-Iran Fisheries Organization

---

Title: Genetic Improvement of Rainbow Trout in the Islamic Republic of Iran

Author: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Translators: Hossein Ali Abdolhay, Maryam Nafari Yazdi

Colaborator: R. Mahmoudi

Partner organization: Iran Fisheries Organization

Publisher : ***Iranian Fisheries Science Research Institute***

Date of publishing : ***2021***

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute

Title:

Genetic Improvement of Rainbow Trout in the Islamic Republic of Iran

TCP/IRA/3602

Provisional Implementation Plan for National Centers for Production of Genetically Improved Rainbow Trout (Klardasht and Yasouj Centers)

By:

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Translators:

Hossein Ali Abdolhay, Maryam Nafari Yazdi

Registration No.

2021.60510