مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۲، شماره ۳، سال ۱۳۸۰ (۵۶۶-۵۵۹)

تعیین طول دوره بهینه پرورش میگو با استفاده از مدلهای رشد

سعید یزدانی[1] و عبدالکریم اسماعیلی[2]
۱و ۲- دانشیار و دانشجوی دوره دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۲/۱۹

خلاصه

در این مطالعه از مدلهای رشد جهت تعیین دوره بهینه پرورش میگو استفاده شده است. جامعه مورد بررسی پرورش دهندگان استان هرمزگان می‌باشند. مدلهای رشد خطی، لوگ رسپروکال، وان برتلنفی، گومپرتز و لوجستیک برآورد شده و با استفاده از معیارهای آماری، اقتصادی و زیستی مدلهای لوجستیک و وان برتلفنی ترجیح داده شدند. با استفاده از مدلهای انتخابی زمان بهینه پرورش به ترتیب برای تابع لوجستیک و وان برتلنفی ۱۲۹ و ۱۳۲ روز برآورد گردید. نوسانات قیمتی نهاده‌ها از جمله عوامل مهم در تعیین طول دوره بهینه پرورش هستند که بایستی طی دوره‌های مختلف پرورش مد نظر قرار گیرد. تعیین طول دوره پرورش در جلوگیری از هدر رفتن منابع تولید و سوددهی بیشتر صنعت پرورش موثر است.

واژه‌های کلیدی: پرورش میگو، بهینه‌یابی، مدلهای رشد، طول دوره پرورش.

مقدمه

تکثیر و پرورش آبزیان یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های شیلاتی محسوب می‌شود. اهمیت پرورشی آبزیان از جنبه‌های مختلفی قابل بحث می‌باشد که افزایش روز افزون جمعیت، از میان رفتن منابع طبیعی تجدید شونده و بهره‌برداری بیش از حد ذخایر دریایی از جمله مهم‌ترین آنها می‌باشد (۴ و ۱۴).

بررسی آمار و اطلاعات صید و پرورش آبزیان نشان می‌دهد که سهم پرورش آبزیان از کل تولید جهانی به سرعت در حال افزایش است. اکثر محققین علت افزایش سریع سهم آبزی‌پروری را علاوه بر محدودیت و به بن بست رسیدن نسبی صید، قابل کنترل بودن و به صرفه‌بودن پرورش در مقایسه با صید می‌دانند (۱۴). به عنوان مثال در فاصله سال‌های ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۵ میلادی پرورش میگو در دنیا ۳۰۰ درصد رشد داشته و در فاصله سالهای ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۵ این رشد معادل ۲۵۰ درصد بوده است (۲). آمار فوق‌الذکر در مقایسه با صید میگو طی یک دهه اخیردورنمای‌روشن و موفقی را برای پرورش میگو ارائه می‌نماید.

در ایران پرورش میگو در قالب پروژه مشترکی بین ایران، برنامه عمران سازمان ملل متحد[1] و سازمان خواربار جهانی[2] در سال ۱۹۹۱ آغاز گردید. پروژه مذکور تا سال ۱۹۹۳ در منطقه کلاهی در استان هرمزگان ادامه یافت و در حدود ۳۳۰ هزار دلار هزینه در برداشت که عمدتاً توسط برنامه عمران سازمان ملل پرداخت شد.

از سال ۱۳۷۱ که پرورش میگو در سواحل استان هرمزگان به طور آزمایشی شروع شد تا سال ۱۳۷۸ تولید میگوی پرورشی در کشور به بیش از ۱۰۰۰ تن رسیده است که این به معنی رشد متوسطی معادل ۲۵۰ درصد طی سالهای ۷۸-۱۳۷۱ می‌باشد.

اهمیت مطالعه و پرورش میگو از جنبه‌های مختلفی قابل بررسی است که در زیر به مواردی از آنها اشاره می‌شود:

الف- سواحل جنوبی کشور عموماً و سواحل استان هرمزگان خصوصاً به علت موقعیت جغرافیایی و اقلیمی، از شرایط نسبتاً مناسبی برای پرورش آبزیان برخوردار است. اراضی ساحلی

مکاتبه کننده: سعید یزدانی

1 . United Nation Development Program (UNDP)
2 . Food Agricultural Organization (FAO)

لم‌یزرع و غیر قابل استفاده برای مصارف کشاورزی و دامپروری می‌باشند. همچنین آب‌های زیرزمینی شور بوده و لذا حاصلخیزی زمین‌ها به شدت کاهش یافته و تنها منبع درآمد مردم خرید و فروش کالا، صید از دریا با سوددهی کم و مهاجرت و کار در کشورهای حاشیه جنوبی خلیج فارس می‌باشند.

ب- قیمت بالای میگو (حدود ۱۰ دلار در کیلوگرم) ویژگی خاصی را به موضوع می‌دهد.

ج – چنانچه پرورش میگو به صورت صحیح و علمی صورت پذیرد از فشار زیاد از حد و در نتیجه نابودی ذخایر دریایی ممانعت بعمل می‌آید.

پرورش آبزیان با پرورش سایر جانوران روی زمین متفاوت است. بعنوان مثال ضریب تبدیل ماده غذایی برای میگو ۶۰ درصد (به ازای هر کیلوگرم غذا ۶۰۰ گرم وزن زنده تولید می‌شود) ولی برای گاو در حدود ۱۳ درصد می‌باشد (۱). پرورش آبزیان از حساسیت بالایی برخوردار است مثلاً غذا تا یک مدت کوتاهی در آب تجزیه شده و فاسد می‌گردد.

در رابطه با میگو بدلیل بالا بودن ارزش اقتصادی و شرایط خاص پرورش عوامل متعددی مثل میزان ذخیره‌سازی در هر استخر، میزان غذادهی روزانه، مقدار اکسیژن، شوری، (PH) آب و طول دوره پرورش از اهمیت اقتصادی زیستی بالایی برخوردار هستند. موضوعی که در پرورش میگو اهمیت خاصی دارد طول دوره مناسب پرورش است زیرا به‌دلیل تغییرات شدید در قیمت میگو و نهاده‌های مربوط به تولید (بویژه غذا)، طول دوره پرورش که عمدتاً بر اساس معیارهای بیولوژیکی تعیین می‌گردد، نامناسب است. البته موضوع اخیر در بسیاری از کشورهای پیشرفته نیز مشکلاتی را ایجاد نموده است (۲ و ۱۰).

در مطالعه حاضر زمان بهینه پرورش با تلفیق معیارهای بیولوژیکی و اقتصادی محاسبه گردیده است. بدیهی است محاسبه زمان مناسب پرورش با توجه به قیمت زیاد میگو و نهاده‌های تولید، تاثیرات اقتصادی زیادی بر صنعت پرورش میگو خواهد داشت.

مواد و روشها

برای بهینه‌یابی زمان پرورش لازم است که ابتدا سود پرورش دهنده محاسبه شود و سپس زمان مناسب با توجه به‌حداکثرنمودن‌سود ازآن استخراج‌گردد.در حالت کلی می‌توان تابع سود[1] را بصورت زیر نشان داد:

$$\pi=P.Y-TC \qquad (1)$$

که در آن P قیمت میگو، Y میزان تولید و TC هزینه کل تولید می‌باشد. به طوری که مقدار تولید تابعی از میزان بقا (U) ، نرخ ذخیره‌سازی (S) و رشد میگو طی زمان (W) است (رابطه ۲).

$$Y=S.U.W \qquad (2)$$

رشد میگو نیز تابع عوامل متعددی است که از آن جمله می‌توان به میزان مصرف غذا، درجه حرارت، شوری، PH آب، اکسیژن محیط، حاصلخیزی محیط پرورش و طول دوره پرورش اشاره نمود.بنابراین برای محاسبه تابع سود ضروری است تابع رشد میگو محاسبه گردد.

در ادبیات موضوع در ارتباط با توابع رشد میگو مطالب زیادی وجود ندارد (۱۳و۲). توابع رشدی که اخیراً بوسیله اقتصاددانان و زیست شناسان مورد استفاده قرار گرفته‌اند شامل خطی، وان برتلنفی و لگاریتم بازگشتی می‌باشد.

سیدمن و همکاران (۱۰) تابع رشد مرحله نوزادی را برای میگو گونه Semisulcatus به فرم توانی تخمین زدند. بعضی از محققین تابع وان برتلفنی را بدلیل آنکه از رشد زنده و فیزیولوژی موجودات استخراج شده مورد استفاده قرار دادند (۳، ۱۳ و۱۵).

کوش(۳) توابع گومپرتز و وان برتلنفی را برای آبزیان در هند بکار گرفت و نتیجه‌گیری کرد که تابع گومپرتز مناسب‌تر است.

یان (۱۵) توابع وان برتلنفی، گومپرتز و لاجستیک را برای ۹ گونه ماهی در سواحل چین با تکنیک حداقل مربعات معمولی برآورد نمود و نتیجه گرفت که گومپرتز مناسب‌تر است.

تیان و همکاران (۱۳) برای اولین بار تابع گومپرتز را برای میگو بکار گرفته و در کنار سایر توابع به مقایسه پرداختند آنها نتیجه گرفتند که وان برتلنفی و گومپرتز مناسب‌ترند.

در اکثر مطالعات انجام شده معیار انتخاب مدل رشد مسائل بیولوژیکی بوده است، اگر چه به نظر می‌رسد علاوه بر مسائل بیولوژیکی، معیارهای آماری و اقتصادی نیز در انتخاب مدل مناسب رشد مد نظر قرار گیرد.

---

۱. فرض شده که پرورش در شرایط اطمینان صورت می‌گیرد. در صورت ریسکی بودن فعالیت، تابع سود متفاوت خواهد بود (۱۵).

جدول ۱- فرم‌های تابعی مورد استفاده در تابع رشد میگو

۱- خطی Linear	$W(t)=a+bt$
۲- لگاریتم برگشتی Log reciprocal	$Wt=e^{a+b(1/t)}$
۳= وان برتلنفی Von Bertalanffy	$W(t)=W\infty[1-e^{-k(t-t0)}]^3$
۴- گومپرتز Gompertz	$W(t)=W_te^{G-Ge-g(t-ti)}]$
۵- لوجستیک Logistic	$W(t)=W\infty/[1+e^{-q(t-ti)}]$

پس از انتخاب مدل رشد و تخمین تابع رشد میگو، تابع مذکور را در تابع سود قرار داده و تابع سود حاصل نسبت به زمان حداکثر می‌گردد. در واقع بهترین زمان برداشت، زمانی‌است که ارزش حال منافع پرورش در بلندمدت حداکثر گردد.

جامعه مورد بررسی مزارع پرورشی میگو در استان هرمزگان بوده که شامل حدود ۴۵۰ استخر خاکی می‌باشد. این مزارع عمدتاً در منطقه تیاب هرمزگان واقع شده‌اند. جهت تهیه اطلاعات از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده تصادفی[1] استفاده بعمل آمد. طبقات بر اساس تفاوت در پارامترهای محیطی انتخاب گردیدند و در داخل هر طبقه به روش تصادفی استخرها انتخاب شده و در طول دوره پرورش روزانه از آنها نمونه‌گیری بعمل آمد. اطلاعات استخراج شده شامل شوری، درجه حرارت و غذا بودند. همچنین شفافیت آب استخر به عنوان شاخصی از حاصلخیزی استخر مورد سنجش قرار گرفت. اطلاعات فوق‌الذکر از تحقیقات شیلات دریای عمان، شیلات هرمزگان و دفاتر روزانه پرورش‌دهندگان جمع‌آوری گردید.

از پارامترهای محاسباتی جهت تخمین توابع رشد میگو در منطقه مورد مطالعه استفاده بعمل آمد فرم کلی توابع رشد مورد استفاده در جدول (۱) آمده است.

که در آن $W(t)$ وزن در زمان t، W_∞ وزن نهایی، W_r وزن در موقع ذخیره‌سازی، t سن، t_0 وزن فرضی در زمانیکه $W=0$ ، t_i وزن اولیه بچه‌میگو و a,b,k,G,g,q ضرایب ثابت هستند.

قبل از بکار گرفتن توابع رشد فوق‌الذکر در تابع سود و محاسبه زمان بهینه، ضروری است که از بین توابع تخمینی مناسب‌ترین تابع یا توابع انتخاب شده و در ارزیابی‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور و بر اساس آنچه در قسمت قبل اشاره شد، توابع رشد بایستی از نظر بیولوژیکی مورد قبول بوده و از نظر اقتصادی و آماری نیز مناسب باشد. بدین منظور سه معیار آماری $\bar{R}^2$, RMSE[2] ضرایب نابرابری تایل و مطابقت با رشد جاندار، جهت انتخاب مدل رشد مناسب درنظر گرفته شد. هر چه $\bar{R}^2$ بزرگتر و هر چه RMSE کوچکتر و ضریب نابرابری تایل به صفر نزدیکتر باشد تخمین مناسب‌تر است. یادآور می‌شود که در ادبیات موضوع هیچ اشاره‌ای به برتری معیارهای فوق‌الذکر جهت انتخاب مدل نشده است (۷و ۱۳). لذا مدلها بر اساس معیارهای مورد اشار رتبه‌بندی شدند که با جمع ارقام رتبه هر معیار، رتبه کل مدل محاسبه شد، و بر اساس آن مدل مناسب انتخاب می‌گردد.

پس از انتخاب معادله یا معادلات رشد مناسب، زمان بهینه برداشت با حداکثر نمودن ارزش حال فرآیند سود حاصل طی هر دوره که بصورت رابطه (۳) در نظر گرفته شده محاسبه می‌گردد (۴ و ۷).

(۳)

$$\text{Max } Pv = \pi(t)\,e^{-rt} + \pi(t) - e^{-2rt} + \pi(t)e^{-3rt} + \pi(t)\,e^{-4rt} + \ldots = \frac{\pi(t)}{e^{rt}\,1}$$

که در آن Pv ارزش حال، $\pi(t)$ بازده خالص یا سود، t سن میگو و e لگاریتم طبیعی است. برای محاسبه زمان بهینه پرورش شرط مرتبه اول را برای رابطه (۳) بصورت زیر می‌نویسیم:

$$\frac{\pi(t^*)^1}{\pi(t^*)} = \frac{r}{(1-e^{-rt})} \qquad (۴)$$

که t^* زمان بهینه پرورش و $\pi(t^*)^1$ مشتق تابع سود می‌باشند.

1 . Stratified Random Sampling

2 . The Inequality Cofficient

برای محاسبه سود (π) ابتدا بایستی نرخ بقا، میزان ذخیره‌سازی و هزینه عملیاتی محاسبه گردد. نرخ متوسط ذخیره‌سازی میگو در متر مربع می‌باشد و نرخ بقا بر اساس رابطه زیر بطور خطی تخمین زده می‌شود:

$$U_{(t)}=a_1+b_1t \qquad (۵)$$

هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه غذا، نیروی کار، انرژی و ذخیره‌سازی می‌باشد. تابع تجمعی غذادهی با استفاده از رابطه زیر تخمین زده می‌شود.

$$F(w)=a_2+b_2w \qquad (۶)$$

که در آن W وزن میگو به گرم و F(W) میزان غذای داده شده به گرم می‌باشند. قیمت فروش میگو نیز تابعی از کیفیت (وزن) میگو بوده و بصورت رابطه (۷) بیان می‌گردد:

$$P(W)=a_3+b_3w \qquad (۷)$$

که P(w) قیمت میگو و w وزن میگو می‌باشند.

بر اساس آنچه در بالا اشاره شد تابع سود بصورت رابطه(۸) نوشته می‌شود:

$$\pi(t)=P(W).S(t).W(t)-C_L-C_e-C_s-C_f.F(w) \qquad (۸)$$

که در آن C_L هزینه نیروی کار به روز، C_s هزینه ذخیره‌سازی، C_f هزینه غذادهی، C_e هزینه انرژی می‌باشند. پس از محاسبه رابطه ۸ با استفاده از شرط مرتبه اول (رابطه ۴) زمان بهینه پرورش با استفاده از سابروتین نیوتن رافسون[1] قابل محاسبه است.

در این مطالعه ابتدا توابع رشد تخمینی برآورد و مورد بررسی قرار می‌گیرد سپس مناسب‌ترین تابع با توجه به معیارهای مورد اشاره انتخاب و با مطالعات دیگر مقایسه می‌گردد. در قسمت بعدی دوره بهینه پرورش بر اساس آنچه در بالا آمده محاسبه و تحلیل می‌شود. در ارتباط با توابع رشد یادآور می‌شود که مطالعات زیادی در مورد کاربرد این توابع برای آبزیان و بویژه در خصوص میگو صورت نگرفته است. توابع معدودی که اخیراً در مطالعات مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند عمدتاً توسط بیولوژیستها و اقتصاددانان ارائه شده‌اند. از بین معادلات تخمینی فرم مناسب‌تر معادله‌ای است که علاوه بر آنکه رشد میگو را به خوبی نشان می‌دهد، به لحاظ آماری تخمین خوبی بوده و برای ارزیابی‌های اقتصادی نیز مناسب باشد.

منظور از مشخصه اول آن است که معادله تخمینی با واقعیات موجود و شرایط تجربی نسبتاً سازگار بوده و از نظر بیولوژیکی قابل دفاع می‌باشد. همچنین امکان پیش‌بینی روند رشد میگو بوسیله آن میسر باشد. مشخصه دوم بدان معنی است که به لحاظ آماری و اقتصادسنجی (مثلاً خوبی برازش) معادله تخمینی متناسب بوده و با مبانی تئوریک قابل استناد و دفاع باشد. منظور از مشخصه سوم آن است که بتوان به کمک فرم معادله تفسیرهای اقتصادی مناسب و منطقی استخراج نمود.

نتایج و بحث

توابع رشدی که در این مطالعه برآورد شده شامل پنج متغیر مستقل (درجه حرارت، شوری، شفافیت آب، غذا و طول دوره پرورش) می‌باشند. جدول ۲ فرمهای مختلف تابعی معادلات تخمینی (شامل خطی، لگاریتم برگشتی، وان برتلنفی، گمپرتز و لوجستیک) و آماره‌های مربوط را نشان می‌دهد.

بر اساس مبانی تئوریک انتظار بر این است که متغیر شفافیت آب تاثیر منفی بر رشد داشته باشد، زیرا که شفافیت بیشتر به معنی کاهش فیتوپلانکتونها و زئوپلانکتونها در محیط استخر می‌باشد. همچنین در مطالعات مختلف معمولاً غذا و دوره پرورش (زمان) را با تاثیر مثبت در نظر می‌گیرند. اگر چه ممکن است غذای اضافی (یا غذای که بطور نامناسب در دسترس میگو قرار گیرد) موجب آلودگی و یا کاهش اکسیژن قابل حل در آب و در نتیجه کاهش رشد گردد.

شوری و درجه حرارت محیط بر اساس مطالعات بیولوژیکی تا یک دامنه خاص (درجه حرارت از ۲۸ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد و شوری از ۱۰ تا ۳۵ قسمت در میلیون P.P.M) تاثیر مثبت بر رشد میگو دارند ولی در خارج از دامنه مورد اشاره بسته به گونه میگو (عامل اخیر اهمیت خاصی دارد) انتظار می‌رود که موجب کاهش رشد میگو گردد.

بررسی اطلاعات مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد که در نمونه‌موردمطالعه،بطورکلی‌زمان تاثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد داشته است. تاثیر غذا در بعضی از توابع مثبت ولی غیر معنی‌دار و در بعضی موارد حتی منفی می‌باشد. این مهم نشان دهنده

---

۱ .ازسابروتین نیوتن رافسون (Newton Raphson) برای حل معادلات غیرخطی استفاده می‌شود.

جدول ۲- تخمین ضرایب مدل‌های رشد

نام متغیر / فرم تابع	عرض از مبدا	زمان (t)	tfeed	ttemp	tsalt	ttrans	n	F	R^2
۱-خطی	-۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	-۰/۴۰۰۰***	۶۵	۱۳۷/۷***	۰/۹۱
۲- لگاریتمی	۹/۷**	۱۹۴/۴	-۰/۱۲	-۳/۲۸	-۰/۹۵	-۰/۵	۶۵	۱۰/۴**	۰/۴۲
۳- وان برتلنفی	۲۳/۳۵***	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۲۵***	-۰/۰۰۰۳**	-۰/۰۰۰۲*	۶۵	۱۴۵/۶**	۰/۹۲
۴-گمپرتز	۴/۳۴**	۰/۰۰۵	۶/۰۰۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۲۸**	-۰/۰۰۰۳۳***	-۰/۰۰۰۲*	۶۵	۱۳۰/۸***	۰/۹۲
۵- لوجستیک	۱۷۲/۲***	۰/۲۸***	-۰/۰۰۰۴*	۰/۰۳	-۰/۰۳۳*	-۰/۰۰۱***	۶۵	۱۱۷/۳***	۰/۹۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

متغیر توام غذا و زمان = l feed

متغیر توام درجه حرارت و زمان = t temp

متغیر توام شوری و زمان = t salt

متغیر توام شفافیت و زمان = t trans

*و ** و *** به ترتیب معنی‌دار شدن در سطوح ۱۰، ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

مصرف نامناسب غذا در طی دوره پرورش می‌باشد. متغیر درجه حرارت در توابع مورد بحث یا معنی‌دار نشده (با علامت مثبت) و یا منفی بوده است که نشان می‌دهد درجه حرارت محیط پرورش زیادتر از حد بهینه آن می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه ضرایب درجه حرارت و زمان در مطالعه حاضر و مطالعه تیان و همکاران

فرم تابع	ضرایب مطالعه حاضر		ضرایب مطالعه Tian و همکاران	
	زمان	درجه حرارت	زمان	درجه حرارت
Linear	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۹
Log reciprocal	۱۹۴/۴	-۳/۲۸	۳۰۰/۰۱	۲/۸۸
Von Bertalanffy	۰/۰۰۵	-۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۱۳
Gompertz	۰/۰۰۵	-۰/۰۰۰۲۸	۰/۲۴	۰/۰۲۷
Logistic	۰/۲۸	۰/۰۰۲	-۰/۸۳۶	۰/۰۰۰۳۳

عامل شوری آب نیز مطابق انتظار تاثیر منفی بر رشد داشته است. اگر چه علیرغم آنچه که در مورد سایر گونه‌ها بیان می‌شود (۹ و ۱۲)، مقاومت گونه مورد مطالعه در مقابل شوری نسبتاً زیاد بوده و شاید این موضوع راز بقای پرورش میگو در آبهای شور سواحل جنوبی کشور باشد.

متغیر شفافیت نیز در اکثر مدلهای برآورد شده همچنان که انتظار می‌رفت با علامت منفی طاهر شده است که نشان دهنده تاثیر مثبت فیتوپلانکتونها و زئوپلانکتونها بر رشد میگو هستند.

مقایسه نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر و تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که متغیرهای استفاده شده در این مطالعه، بیشتر از سایر مطالعات می‌باشد. بر این اساس طبعاً مقایسه ضرایب پارامترهای محاسباتی در مطالعات مختلف بایستی با ملاحظه بیشتری صورت گیرد. به عنوان مثال در مطالعه تیان و همکاران (۱۲) فقط دو پارامتر زمان و درجه حرارت با پارامترهای تحقیق حاضر مطابقت دارد. مقایسه پارامترهای مشترک علاوه بر موضوع فوق‌الذکر به تعداد نمونه و گونه میگو مورد مطالعه نیز بستگی دارد. جدول ۳ ضرایب دو پارامتر درجه حرارت و زمان را برای توابع تخمینی در این تحقیق و مطالعه تیان و همکاران را نشان می‌دهد. تفاوت‌های که از نظر ضرایب و علائم در دو مطالعه مورد مقایسه وجود دارد بایستی با لحاظ مسائل فوق‌الذکر مورد مقایسه قرار گیرد.

برای انتخاب مدل رشد مناسب از چهار معیار R^2، ضریب نابرابر تایل، ریشه متوسط مربعات خطا و مطابقت با بیولوژی رشد جاندار استفاده شد. مطابق معیارهای فوق‌الذکر از بین پنج مدل رشد مورد بحث، دو مدل لوجستیک و وان برتلنفی از لحاظ بیولوژی، اقتصادی و آماری مناسب‌تر تشخیص داده شدند. مقدار رشد حاصل از توابع لوجستیک و وان‌برتلنفی به ترتیب ۱۵/۴ و ۱۶/۳ بوده است.

روش انتخاب مدل رشد در مطالعات مختلف، متفاوت است مثلاً تیان و همکاران معیارهای مختلفی را مورد استفاده قرار داده و نتیجه گرفتند که مدل گومپرتز و وان برتلنفی مناسبتر هستند. سیدمن و همکاران تابع وان برتلنفی را برای میگوی گونه Semisulcatus ترجیح دادند. در بررسی نتایج این مطالعه و سایر مطالعات یادآوری می‌شود که گونه مورد بررسی در این مطالعه گونه بومی ایران (P.Indicus) بوده و طبعاً شرایط بیولوژیکی و اکولوژیکی خاص داشته و به پارامترهای محیطی عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان می‌دهند.

دوره بهینه برداشت بر اساس آنچه در قسمت متدولوژی مورد بررسی قرار گرفت، از حداکثر نمودن ارزش حال فرآیند سود حاصل طی دوره پرورش (معادله ۳) محاسبه می‌گردد. اجزا تابع سود یعنی معادلات ۵ و ۶ و ۷ برای مطالعه حاضر بصورت زیر برآورد شده‌اند:

$$Vt=0.93-0.0091t$$

$$F(w)=-9.12+2.815W$$

$$P(W)=-355+68.2W$$

که در آن Vt، F(w) ، P(w) و t و W به ترتیب نرخ بقا، تابع تجمعی مصرف غذا، قیمت میگو، زمان و وزن میگو می‌باشند. همچنین نرخ بهره سالانه ۲۴ درصد، هزینه ذخیره سازی به ازا هر میگو ۴۵ ریال، هزینه‌های روزانه انرژی، نیروی کار و غذا برای هر میگو به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۲ و ۰/۴۵ ریال در نظر گرفته شده است.

پس از تکمیل اجزا معادله (۹) برای محاسبه دوره بهینه پرورش (معادله ۴) از سابروتین نیوتن رافسون استفاده شد. زمان بهینه برای دو تابع انتخابی یعنی لوجستیک و وان برتلنفی به ترتیب ۱۲۹ و ۱۳۳ روز محاسبه گردید.

در ارتباط با دوره بهینه پرورش ذکر این نکته ضروری است که زمان مناسب تابع شرایط محیطی، قیمت نهاده‌های تولید و قیمت محصول است. موضوع قیمت نهاده‌های تولید و قیمت محصول به دلیل نوسانات شدید قیمتی و تورم فزاینده موجود در کشور قابل ملاحظه بوده و ضروری است که قبل از دوره پرورش (یا در حین پرورش) با استفاده از قیمت‌های جدید، محاسبات فوق‌الذکر، دوباره تکرار گردد.

بدیهی است در تعیین طول دوره پرورش معیارهای اقتصادی بر معیارهای بیولوژیکی (حداکثر نمودن رشد) ارجحیت دارند. همچنین افزایش قیمت نهاده‌های تولید در صورت ثابت بودن سایر شرایط طول بهینه دوره پرورش را کاهش می‌دهد.

سپاسگزاری

این پژوهش مستخرج از طرح بهینه‌یابی عوامل موثر بر پرورش میگو در استان هرمزگان بشماره ۷۱۲/۲/۴۱۷ می‌باشد که با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران و دانشکده کشاورزی انجام شده که بدینوسیله مولفین مراتب قدردانی خود را از مساعدتهای مذکور اعلام می‌دارند.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱. سلطانی، غ. زیبایی، م. کهخا. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در کشاورزی. انتشارات وزارت کشاورزی. ش. ۱۳۷۱.

2. Cacho, C. G.. Kinijucand. H, Hatch V. 1991. Optimal Control of Fish Growth. Amr. J. Agr. Econ: 174-83.

3.Ghosh, K. K. 1974. On the Choice of Growth Curve for Indian Major Carps. J. Of Ind. Soc. Of Agr. Stat. 26: 57-70.

4.Gunaratne, L. 1997. Productiviy and Efficiency Analysis of Cultured Shrimp Production in Asia. Ph.D Thesis unive. Of Hawaii.

5.Hean, L. R., Cacho. O. J. 1999. Optimal Management of Giant Clam Farming in Solomon Islands Working Paper No: 99-13 Univ. of New England.

6.Hochman, E., Leung, P., Kowland L. W., Wyban J. A. 1990. Optimal Scheduling in Shrimp Mariculture: A Stochestic Growing Inventory Problem. Amr. J. Agr. Econ: 382-93.

7.Judje, G. G., Hill. R. C., Griffiths W., Lutkepohl H., Lee T. C. 1988. Introduction to the Theory and Practice of Econometrics, 2nd ed, John Wily & Sons, New York, USA.

8.Parmanasari. R. P., Cacho O., Simmoms P. 1999. Management Strategies for Indonesian Small – holder Rubber Production in South Summatra: a Bioeconomic Analysis Workig Paper No: 9-14. Univ of New England.

9.Rothlisberg, P. 1998. Aspects of Penaeid Biology and Ecology of Relevance to Aquaclture: A Review Aquacture 164: 46-65.

10.Seidman E. R, Issar G. 1988. The culture of Penaeus Semisulcatus in Israel J. of the World Aqua. 19: 237-47.
11.Springborn R., Jensen A. L, Chag B., Engle C. 1992. Optimal Harvesting Time in Aquacture. Aqua. And Fish Maneg. 23: 639-647.
12.Staples D. J., Heals D. S. 1991. Temperature and Salinity Optimal for Growth and Survival of Juvenile Banana Prawns Peneus Merguiensis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 154: 254-274.
13.Tian K., Leung P, Hochman E. 1993. "Shrimp Growth Functions and their Economic Implications Aquactural Engineering 12: 81-96.
14. World Shrimp Farming. 1998.
15. Ynan W. 1989. Growth Equations and Critical Age of some Important Commercial Fishes in the Northern South China Sea. South China Sea Fish Res. 1: 61-75.

Indicating the Optimum Period of Shrimp Culture: Using Growth Models

S. YAZDANI[1] AND A. ESMAEILI[2]
1& 2-Associate Professor and PhD Student, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.
Accepted May. 9, 2001

SUMMARY

In order to indicate the optimum period of shrimp culture, a number of growth models such as Linear, Log Reciprocal, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic growth models were applied. In terms of statistics, economics, and biological careteria, Logistic and Von Bertalanffy models seems to be the best functions describing shrimp growth. The estimated optimum harvesting time for Logistic and Von Bertalanffy models were 129 and 132 days respectively. Inputs and output price flucuation were the main factors affecting the optimum harvesting time. The estimating optimum harvest time could lead to utilize the resources and increase the profitability of shrimp industry.

Key words: Shirmp culture, Optimization, Growth models, Harvest time.