

## مقایسه تحلیل ممیزی خطی و نزدیکترین همسایه برای دسته‌بندی تیمارهای تغذیه‌ای ماهی سوروم (*Heros severous*) با توجه به متغیرهای رشد

نرگس مورکی<sup>۱\*</sup>، رضا نهادوندی<sup>۲</sup>

- ۱- دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی  
 ۲- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

[\\*Nargess\\_Mooraki@yahoo.com](mailto:Nargess_Mooraki@yahoo.com)

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۵      تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۶

### چکیده

در این مقاله هدف برآورد گروههای تیمار تغذیه ماهی زینتی سوروم (*Heros severous*) براساس شاخصهای مشاهده شده قد، وزن و سن می‌باشد. بدین منظور ۳۰۰ عدد ماهی به ترتیب با میانگین وزن و طول اولیه  $۰/۰۵ \pm ۰/۰۲$  گرم و  $۲/۲ \pm ۰/۲۵$  سانتی‌متر در غالب سه گروه تیمار هر گروه با شش تکرار (تیمار تغذیه شده با مخلوط مساوی روغن ماهی و روغن سویا: C و تیمار تغذیه شده با روغن سویا: B و تیمار تغذیه شده با روغن ماهی: A) با جیره‌های آزمایشی ایزونایتروژنوس تغذیه هر پانزده روز یکبار زیست‌سنگی شدند. داده‌های بدست آمده به منظور یافتن بهترین کلاس برای یک ماهی بطوری که با اعضا آن کلاس کمترین فاصله را داشته باشد، از دو تحلیل آماری شامل تحلیل ممیزی خطی (Discrimination linear analysis) و نزدیک‌ترین همسایه (k-nearest Neighbor) استفاده شد. نتایج حاصل از دو مدل مقایسه و مشخص شد که مدل نزدیک‌ترین همسایه در رده بندی ماهیان براساس نوع تغذیه با توجه به متغیرهای قد و وزن و زمان نسبت به تحلیل ممیزی خطی توصیف نسبتاً مناسب تری بدست می‌دهد.

**کلمات کلیدی:** ماهی زینتی، تغذیه، تحلیل آماری، تحلیل ممیزی خطی، K- نزدیک‌ترین همسایه.

**مقدمه**

قاعده‌ای است که از آن بتوان برای تخصیص بهینه یک مشاهده جدید به رده‌های مشخص شده قبلی استفاده کرد (classification). اصطلاح ممیزی توسط فیشر (Fienberg, 1979) برای مسائل جداسازی (separation) معرفی گردید. ممیزی خطی بطور وسیعی توسط بسیاری از محققان بررسی شده است (Franklin and Graybill, 1976). حتی این تحلیل در داده‌های شبیه‌سازی نیز جالب است (Gentle, 2003). البته برخی محققین رویکرد فازی را به رویکرد احتمالی که روش‌های مختلف آن ذکر شد ترجیح می‌دهند (Wang, 1997). در مجموع رده‌بندی مشاهدات در علوم زیستی حائز اهمیت می‌باشد و روش‌های متعددی برای این منظور مورد استفاده قرار گرفته است (Hauser- Davis *et al.*, 2010). مخصوصاً در حیطه آبزی پروری این موضوع به جهت تفکیک بهینه دسته‌بندی ماهیان کاربرد دارد (Hauser- Davis *et al.*, 2012).

در مطالعه حاضر هدف بررسی وضعیت رده‌بندی و تفکیک پذیری (Discrimination) ماهیان پرورش یافته با سه تیمار تغذیه‌ای متفاوت از نقطه نظر نوع روغن می‌باشد، و تعیین اینکه با توجه به تحلیل‌های آماری و وضعیت رشد ماهیان بخت دسته‌بندی آنها با نظر به تیمارهای تغذیه‌ای کم است یا زیاد.

**مواد و روش‌ها**

تهییه جیره، تغذیه ماهیان و زیست سنجی: سه جیره غذایی ایزوناترزوژنوس و ایزوکالریک با کاربرد سه ترکیب متفاوت روغنی شامل: تیمار یک (A) حاوی روغن ماهی، تیمار دو (B) حاوی روغن سویا و تیمار سه (C) حاوی روح مخلوط مساوی از دو روغن ماهی و سویا با استفاده از مواد اولیه معمول بر مبنای فرمول تهییه شده توسط نرم‌افزار Win feed ۲/۸ آماده شدند. تهییه جیره‌ها به روش Fowler (1991) صورت گرفت. جیره‌های غذایی مورد نظر پس از آماده‌سازی برای حصول اطمینان از کیفیت و ترکیب تقریبی با روش‌های آزمایشگاهی AOAC (1990) ارزیابی شدند. ۲۸۵ عدد ماهی سوروم (*Heros severous*) به ترتیب با میانگین وزن و طول اولیه  $0.02 \pm 0.05$  گرم و  $2.25 \pm 0.25$  میلی‌متر همگی از یک والد تهییه و در قالب سه تیمار هرکدام با شش تکرار در آکواریوم‌ها به طور کاملاً تصادفی رهاسازی شدند. ماهیان متناسب با میزان اشتتها روزانه حدود ۵ درصد بیوماس دو مرتبه در روز (۹ و ۱۸) به مدت ۹۰ روز تغذیه شدند. ماهیان هر ۱۵ روز یکبار زیست سنجی شدند.

پیشرفت سریع صنعت آبزی‌پروری و دام موجب تلاش روزافزون در راستای بهینه‌سازی فرمول‌ها و جیره‌های تغذیه‌ای گردیده است (Bassompierre و همکاران، ۱۹۹۷). روغن ماهی بعنوان یکی از اجزای مهم در جیره‌های آبزیان پرورشی برای تأمین اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرچند در میان تمام اجزای تشکیل دهنده غذای آبزیان روغن ماهی پس از آرد ماهی از گران‌ترین اجزاء جیره محسوب می‌شود. تولید غذای ماهیان در سال ۲۰۰۳ در جهان  $19/5$  میلیون تن بوده و این مقدار در آخر سال ۲۰۰۶ به  $37$  میلیون تن رسیده است که در این مدت تقریباً  $17/5$  تن افزایش داشته است (Hardy و همکاران، ۲۰۰۶). اندیشمندان در پی تدبیری در خصوص تولید و تهییه غذایی با کیفیت بالا و هزینه پایین، مطلوب همه پرورش دهندگان و دست اندر کاران صنعت آبزی پروری هستند. افزایش تولید محصولات آبزی پروری بدون فراهم آوردن شرایط و بستر رشد و پرورش مناسب موجودات آبزی به ویژه تأمین غذای مناسب برای آنها امکان پذیر نخواهد بود (ساعده‌ی ۱۳۸۶). بنابراین با اعمال تغذیه درست که با درک صحیح از نیازهای غذایی ماهی و تنظیم یک فرمول غذایی متعادل و مناسب با نیازهای آبزیان پرورشی حاصل می‌شود، می‌توان به رشد بالا، افزا یشن تولید و در نهایت به یک فرآیند تولید با توجیه اقتصادی دست یافت (Lovell, 1991; Carmen and Allan, 2007).

همچنین در این راستا امکان سنجی جایه‌بایی کامل یا بخشی از مواد اولیه گران قیمت با انواع ارزان‌تر و البته کارامد از نقطه‌نظر ارزش تغذیه‌ای از اهداف حائز اهمیت می‌باشد. در این راستا نه تنها انجام تحقیقات بلکه تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌های حاصل به روش‌های صحیح و قبل توجیه از ملزمات اخذ تصمیم برآوریکرد بهینه‌سازی می‌باشد.

تحلیل ممیزی و رده‌بندی، تکنیک‌های چند متغیره هستند که با جدا کردن مجموعه‌های متمایز از مشاهدات و با تخصیص دادن نمونه‌های جدید به دسته‌های تعریف شده قبلی سروکار دارند (Johnson and Wichern, 2007). دو هدف ممیزی و رده‌بندی به قرار زیر است: (الف) برای بیان جنبه‌های اختلاف مشاهدات از چند مجموعه معلوم، در این راستا سعی می‌شود "تفاوت‌هایی" مشخص گردد که مقادیر عددی آن‌ها، مجموعه‌ها را تا جایی که ممکن است از هم جدا کنند (discrimination)، (ب) این تحلیل برای جور کردن مشاهدات به دو یا چند رده مشخص به کار می‌رود و به دنبال

## جدول آماری

آزمون برابری متغیر در تیمارها						
معناداری	درجه آزادی	درجه آزادی ۱	F	لامبدا ویلکس	متغیر	
p<0.05	۲	۱				
۰/۱۰۰	۱۲۵۸	۲	۲/۳۰۷	۰/۹۹۶	قد	
۰/۰۱۲	۱۲۵۸	۲	۴/۴۳۸	۰/۹۹۳	وزن	

اما امکان یکسان دانستن کوواریانس و به عبارت دیگر، شیوه ارتباط خطی قد، وزن و زمان با هم وجود ندارد؛ یعنی انتظار می‌رود که با تفکیک خطی بتوان ممیزی مناسبی برای داده‌ها ایجاد نمود. این موضوع در جدول نشان داده شده است.

## جدول ۳: یکسانی رابطه خطی درون گروهی

M		۱۲۶/۶۶۳	۱۰/۵۱۹	F تقریبی
درجه آزادی ۱	۱۲			
درجه آزادی ۲	۷۶۴۳۵۲۴/۶۳۵			
معناداری	۰/۰۰۰			

از این رو طی فرایند تحلیل می‌توان با دوتابع خطی به تفکیک گروه‌ها پرداخت:

$$F_1 = 1.203 - .27 * Age - .497 * size + 1.123 * weight$$

$$F_2 = -6.901 - .023 * Age + 2.513 * size - 1.377 * weight$$

تمرکز هر تیمار در این دوتابع نیز به صورت جدول نشان داده شده است.

## جدول ۴: ضرایب هر تابع در تفکیک پذیری خطی

تیمار غذایی	تابع	۲	۱
A	-۰/۱۴۶	۰/۱۴۰	-۰/۴۰۰
B	-۰/۰۵۱	-۰/۰۲۳	-۰/۰۲۳
C	-۰/۱۰۱	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۹

و در نهایت ضرایب دسته‌بندی برای هر رده در جدول ۴ ارائه شده است.

## جدول ۴: ضرایب تفکیک پذیری خطی در هر تیمار غذایی

تیمار	C	B	A	متغیر
-۰/۱۴۰	-۰/۱۴۲	-۰/۱۴۷	-۰/۱۴۷	سن
۱۸/۲۴۳	۱۸/۳۲۳	۱۸/۱۵۶	۱۸/۱۵۶	قد
-۱۱/۱۰۰	-۱۱/۱۰۲	-۱۰/۸۴۳	-۱۰/۸۴۳	وزن

## تحلیل آماری

تحلیل خطی ممیزی: پس از تمام دوره، میانگین داده‌های قد و وزن به طور جداگانه محاسبه گردید و مشخص شد که مشابهت بسیار زیادی در بین قد تمام گروه‌ها دیده می‌شود و به نظر می‌رسد تنها وزن ماهی‌های رده‌های مختلف با هم تفاوت دارد. در این بررسی متغیرهای هر رده به صورت جدول ۱ می‌باشند.

## جدول ۱: بررسی شاخص متغیرها در هر تیمار (نوع روغن)

تیمار غذایی	متغیر مورد بررسی	میانگین استاندارد	خطای
A	طول دوره پرورش	۴۶/۲۰۴	۲۳/۲۴۹۱
	قد	۴/۲۸۲	۱/۲۸۲۷
	وزن	۲/۰۴۶	۱/۷۸۵۳
B	طول دوره پرورش	۴۶/۳۲۵	۱/۳۲۸۳
	قد	۴/۱۷۲	۱/۱۴۱۴
	وزن	۱/۸۲۵	۱/۴۱۳۲
C	طول دوره پرورش	۴۵/۹۷۳	۲۳/۳۲۳۵
	قد	۴/۱۰۹	۱/۱۲۱۵
	وزن	۱/۷۴۴	۱/۳۲۳۵
در کل	طول دوره پرورش	۴۶/۱۶۸	۲۳/۲۸۱۶
	قد	۴/۱۹۰	۱/۱۸۶۷
	وزن	۱/۸۷۴	۱/۵۳۱۷

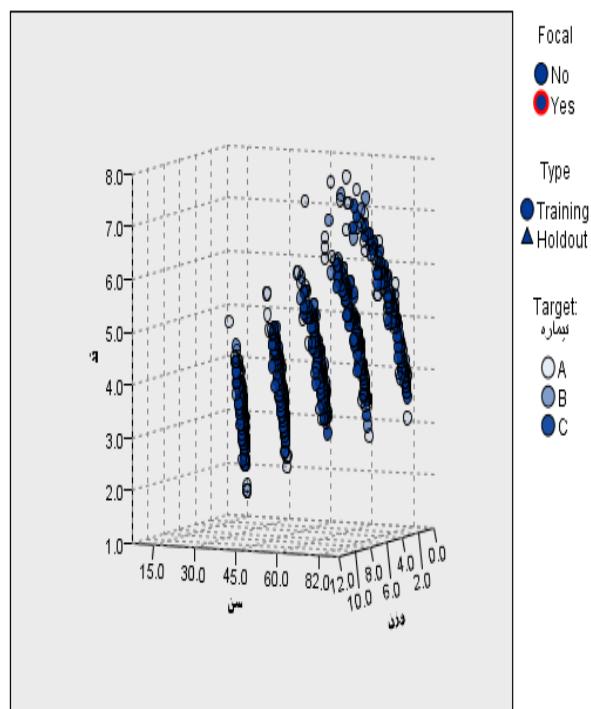
برای آزمون میزان مشابهت قد و وزن ماهیان در سه تیمار مورد بررسی، از شاخص لامبدا ویلکس که در

جدول آماری ارائه شده، استفاده گردید؛ تفاوت معنی‌داری در قد ماهی‌ها که از سه نوع متفاوت روغن A,B,C استفاده کردند وجود ندارد، در حالی که تفاوت معنی‌داری در وزن ماهی‌ها با کاربرد روغن‌های متفاوت دیده می‌شود.

عرض از مبدأ - ۲۵/۴۹۶ - ۲۵/۹۱۴ - ۲۵/۶۸۹

## تحلیل ممیزی نزدیکترین همسایه:

در این قسمت با استفاده از روش غیر خطی نزدیکترین همسایه و مشخصات هر گروه، سعی در تفکیک رده‌ها شده است. این تحلیل با توجه به فاکتور زمان، برای قد و وزن، اجرا شده است. نمایش داده‌ها با توجه به مشخصات ارائه شده در متغیرهای پیش‌گو، به صورت نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱: فضای متغیرهای مستقل در تفکیک‌پذیری سه همسایه نزدیک در سه رده یاسخ

## نتایج

با توجه به آن‌چه از مدل ارائه شده در بخش قبل به دست آمد، برآورد رده‌های تیماری برای داده‌های این مطالعه به صورت جدول ۴ می‌باشد.

جدول ۴: دقت در تعیین رده به روش k-نزدیکترین همسایه

	ردۀ واقعی	برآورد شده A	برآورد شده B	برآورد شده C	مجموع
۴۳۲	۹۴	۱۳۲	۲۰۶	A	
۴۱۶	۱۱۹	۸۳	۲۱۴	B	
۴۱۳	۸۹	۱۲۶	۱۹۸	C	
۱۲۶۱	۳۰۲	۳۴۱	۶۱۸	مجموع	

این نتایج را می‌توان به صورت جدول ۷ خلاصه نمود.

جدول ۱: برآورد رده‌ها براساس تحلیل ممیزی خطی

	ردۀ واقعی	برآورد شده C	برآورد شده B	برآورد شده A	مجموع
۰/۹۱۱۵	۵۲/۳۱	۴۷/۶۹	A		
۰/۲۴۹۲	۸۰/۰۵	۱۹/۹۵	B		
۰/۲۷۴۷	۷۸/۴۵	۲۱/۵۵	C		
۰/۴۲۸۱	۷۰/۰۲	۲۹/۹۸	کل		

## بحث

با توجه تحلیل‌های انجام شده و مقایسه دو مدل با توجه به دقت برآورد و خطای برآورد که در جدول ۱۰ ارائه شده است، مشخص می‌گردد که با روش تفکیک‌پذیری خطی بهتر

جدول ۱: برآورد رده‌ها براساس تحلیل ممیزی خطی

	ردۀ واقعی	برآورد شده شده A	برآورد شده B	برآورد شده C	مجموع
۴۳۲	A	۱۶۳	۸۱	۱۸۸	۴۳۲
۴۱۶	B	۱۴۸	۸۱	۱۸۷	۴۱۶
۴۱۳	C	۱۳۶	۸۸	۱۸۹	۴۱۳
۱۲۶۱	مجموع	۴۴۷	۲۵۰	۵۶۴	۱۲۶۱

بخت بیشتر تحت تأثیر رژیم غذایی و روغن مصرفی می‌باشد. به عبارتی ماهیانی که در دسته B (تیمار روغن سویا) با قابلیت تفکیک و تمیز کمتری به ترتیب نسبت به دو تیمار C و A (تیمار مخلوط روغن ماهی و روغن سویا، و تیمار روغن ماهی) هستند. در خصوص استفاده از تحلیل K-نزدیک‌ترین همسایه برای رده‌بندی ماهیان اغذیه شده در سه تیمار مشخص می‌شود که این روش بخت برآورده صحیح یک ماهی در تیمار تعذیه شده با روغن ماهی به مراتب از بخت برآورده صحیح تیمارهای تعذیه شده به ترتیب با C و B بیشتر است. به گفته دیگر ماهیانی که در رده A قرار می‌گیرند با بخت بیشتری نسبت به دو رده به ترتیب C و B قابلیت تفکیک و تمیز دارند. به بیان دیگر مشخص می‌شود که دو فاکتور زیستی قد و وزن ظاهراً تابعی از مصرف روغن ماهی می‌باشد. بنابراین نتایج حاصل از این دو تحلیل نشان می‌دهد که اولاً تعذیه و نوع روغن مصرفی به طور مشخص بر شاخص‌های بیومتری ماهیان مؤثر است، به شکلی امکان تفکیک ماهیان در دو رده A و C که در هر دو تیمار روغن ماهی در جیره استفاده شده است، بیشتر است. در آخر مشاهده می‌گردد که بخت در تعیین رده در هر دو روش خیلی بالا نبوده و شاید روش‌های جایگزین بهتری بتوان یافت، پیشنهاد می‌گردد از سایر روش‌های آماری مانند تحلیل لجستیک نیز برای تعیین بخت متغیرهای مستقل در تعیین رده‌ها استفاده و توانمندی آن با دو روش مورد استفاده در مقاله حاضر مقایسه شود.

## منابع

- Johnson, R.A. and Wichern, D.W., 2007.** Applied Multivariate Statistical Analysis, Pearson Education, Inc., 6th edition.
- Fienberg, S.E., 1979.** Graphical Methods in Statistics; the American Statistician, 33(4): 165-178.
- Franklin A. Graybill, 1976.** Theory and application of linear models. Duxbury Press, Belmont.
- Gentle, J.E., 2003.** Random number generation and Monte Carlo methods. Springer, Berlin
- Hauser- Davis, R.A., Oliveira, T.F., Silveira, A.M. and Zioli, R.M., 2010.** Case study: Comparing the use of nonlinear discriminating analysis and Artificial Neural Networks in the classification of

می‌توان رده C (تیمار تعذیه شده با مخلوط مساوی دو روغن سویا و ماهی) را تعیین کرد، و با روش k- نزدیک‌ترین همسایه، رده A (تیمار تعذیه شده با روغن ماهی) را بهتر می‌توان تعیین نمود.

جدول ۱۰: خلاصه دقت و خطای دو مدل مورد بررسی

شاخص	ردی	تفکیک پذیری با معیار همسایه (%)	تفکیک پذیری (%)	k-امین نزدیک‌ترین همسایه (%)
برآورده صحیح	A	۴۷/۶۹	۳۷/۷۳	۱۹/۹۵
برآورده غلط	B	۱۹/۹۵	۱۹/۴۷	۲۱/۵۵
بخت تعیین صحیح	C	۵۲/۳۱	۶۲/۲۷	۸۰/۰۵
ردی	A	۰/۹۱۱۵	۰/۶۰۵۹	۷۸/۴۵
ردی	B	۰/۲۴۹۲	۰/۲۴۱۸	۰/۲۷۴۷
ردی	C	۰/۴۲۸۱	۰/۵۲۲۹	۲۹/۹۸
کل	واضح (%)	۷۰/۰۲	۶۵/۶۶	۳۴/۳۴
با توجه به اعداد بدست آمده از بخت برآورده صحیح مشخص می‌شود که اندازه ماهی‌ها در تیمار تعذیه شده با مخلوط مساوی از دو روغن و سپس تیمار ماهیان تعذیه شده با روغن ماهی و در مقایسه، ماهیان تعذیه شده با روغن سویا با	نرخ خطای واضح (%)	۴۷/۶۹	۳۷/۷۳	۱۹/۹۵

\*لازم به ذکر است که در جدول ۱۰ رنگ زرد پس زمینه اعداد به معنی بهتر بودن است.

*brasiliensis*), tilapias (*Tilapia rendalli*) and mullets (*Mugil liza*), Ecological informatics, 6(5): 474-478.

**Hauser- Davis, R.A., Oliveira, T.F., Silveira, A.M. and Zioli, R.M., 2012.** Logistic regression and

three fish species: acaras (*Geophagus* fuzzy logic as a classification method for feral fish sampling sites, 19(4): 473-483.

**Wang, L.X., 1997.** A course in fuzzy systems and control. Prentice-Hall International Inc., New Jersey