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

نرگس مورکی[1*]، رضا نهاوندی[2]

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

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 ۰/۰۲±۰/۵گرم و ۰/۲۵±۲/۲ 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 جیره های آزمایشی ایزونایتروژنوس تغذیه هر پانزده روز یکبار زیست‌سنجی 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 نزدیک ترین همسایه (k- nearest Neighbor) استفاده شد. نتایج حاصل از دو مدل مقایسه و مشخص شد که مدل نزدیک ترین همسایه در رده بندی ماهیان براساس نوع تغذیه با توجه به متغیر های قد و وزن و زمان نسبت به تحلیل ممیزی خطی توصیف نسبتا مناسب تری بدست می دهد.

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

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.2.2.0]

مقدمه

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 ۱۹/۵ میلیون تن بوده و این مقدار در آخر سال ۲۰۰۶ به ۳۷ میلیون تن رسیده است که در این مدت تقریبا ۱۷/۵ تن افزایش داشته است (Hardy و همکاران ۲۰۰۶). اندیشمندان در پی تدابیری در خصوص تولید و تهیه غذایی با کیفیت بالا و هزینه پایین، مطلوب همه پرورش دهندگان و دست اندرکاران 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 (ساعدی ۱۳۸۶). بنابراین با اعمال تغذیه درست که با درک صحیح از نیازهای غذایی ماهی و تنظیم یک فرمول غذایی متعادل و متناسب با نیازهای آبزیان پرورشی حاصل می شود، می‌توان به رشد بالا، افزا یش 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 جابه‌بایی 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 قابل توجیه از ملزومات اخذ تصمیم بارویکرد بهینه‌سازی می‌باشد.

تحلیل ممیزی و رده‌بندی، تکنیک‌های چند متغیره هستند که با جداکردن 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 به‌کار می‌رود و به‌دنبال 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 می دهند (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). مخصوصا در حیطه آبزی‌پروری 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

تهیه جیره، تغذیه ماهیان و زیست سنجی: سه جیره غذایی ایزونایتروژنوس 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 حاوی مخلوط مساوی از دو روغن ماهی و سویا با استفاده از مواد اولیه معمول بر مبنای فرمول تهیه شده توسط نرم‌افزارWin feed۲/۸ آماده شدند. تهیه جیره‌ها به روش Fowler (۱۹۹۱) صورت گرفت. جیره‌های غذایی مورد نظر پس از آماده‌سازی برای حصول اطمینان از کیفیت و ترکیب تقریبی با روش‌های آزمایشگاهی AOAC (۱۹۹۰) ارزیابی شدند. ۲۸۵ عدد ماهی سوروم (*Heros severous*) به ترتیب با میانگین وزن و طول اولیه ۰/۰۲± ۰/۵ گرم و ۰/۲۵±۲/۲ میلی‌متر همگی از یک والد تهیه و در قالب سه تیمار هرکدام با شش تکرار در آکواریوم‌ها به طور کاملاً تصادفی رهاسازی شدند. ماهیان متناسب با میزان اشتها 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.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.2.2.0]

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 متغییرهای هر رده به صورت *جدول* ۱ می باشند.

جدول۱: بررسی شاخص متغیرها در هر تیمار (نوع روغن)

تیمار غذایی	متغیر مورد بررسی	میانگین	خطای استاندارد
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	۴/۱۷۳	۱/۱۴۱۴
	وزن	۱/۸۲۵	۱/۴۱۳۲
C	طول دوره پرورش	۴۵/۹۷۳	۲۳/۳۲۳۵
	قد	۴/۱۰۹	۱/۱۲۱۵
	وزن	۱/۷۴۴	۱/۳۳۳۵
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 لامبدای ویلکس که در

جدول.Error! No text of specified style in document آورده شده، استفاده گردید؛ تفاوت معنی‌داری در قد ماهی‌ها که از سه نوع متفاوت روغن A,B,C استفاده کرده‌اند وجود ندارد، در حالی‌که تفاوت معنی‌داری در وزن ماهی‌ها با کاربرد روغن‌های متفاوت دیده می‌شود.

جدول.Error! No text of specified style in document:

آزمون برابری متغییر در تیمارها

متغیر	لامبدای ویلکس	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	معناداری p<۰/۰۵
قد	۰/۹۹۶	۲/۳۰۷	۲	۱۲۵۸	۰/۱۰۰
وزن	۰/۹۹۳	۴/۴۳۸	۲	۱۲۵۸	۰/۰۱۲

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.

جدول۳: یکسانی رابطه خطی درون گروهی

Mباکس	۱۲۶/۶۶۳
F تقریبی	۱۰/۵۱۹
درجه آزادی۱	۱۲
درجه آزادی۲	۷۶۴۳۵۲۴/۶۳۵
معناداری	۰/۰۰۰

از این رو طی فرایند تحلیل می‌توان با دو تابع 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 دو تابع نیز به صورت جدول نشان داده شده است.

جدول۳: ضریب هر تابع در تفکیک‌پذیری خطی

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

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

جدول۴: ضرایب تفکیک‌پذیری خطی در هر تیمار غذایی

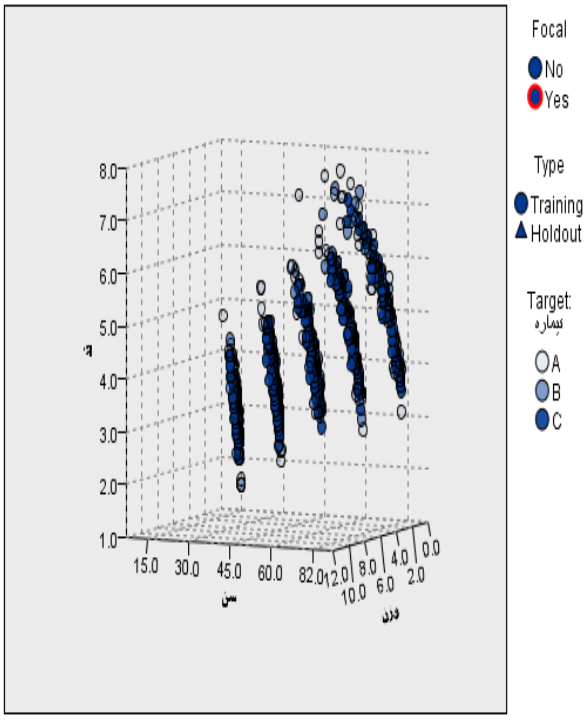
متغیر	تیمار A	B	C
سن	-۰/۱۴۷	-۰/۱۴۲	-۰/۱۴۰
قد	۱۸/۱۵۶	۱۸/۳۲۳	۱۸/۲۴۳
وزن	-۱۰/۸۴۳	-۱۱/۱۰۲	-۱۱/۱۰۰

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.2.2.0]

عرض از مبداء 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 داده ها با توجه به مشخصات ارائه شده در متغیرهای پیش‌گو، به صورت نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار۱: فضای متغییرهای مستقل در تفکیک‌پذیری سه همسایه نزدیک در سه رده پاسخ

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 ۱: برآورد رده‌ها براساس تحلیل ممیزی خطی

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

مشاهده می‌شود که در این مدل، برآورد را می‌توان به صورت جدول ۵ خلاصه نمود.

جدول۲: دقت در تفکیک رده‌ها با استفاده از تحلیل ممیزی

رده	برآورد صحیح برحسب درصد	برآورد غلط برحسب درصد	بخت برآورد صحیح
A	۳۷/۷۳	۶۲/۲۷	۰/۶۰۵۹
B	۱۹/۴۷	۸۰/۵۳	۰/۲۴۱۸
C	۴۵/۷۶	۵۴/۲۴	۰/۸۴۳۸
کل	۳۴/۳۴	۶۵/۶۶	۰/۵۲۲۹

برآورد رده ها به روش k-نزدیک‌ترین همسایه در جدول ۶ ارائه گردیده است.

جدول۳: برآورد رده‌ها براساس تفکیک‌پذیری k- نزدیک‌ترین همسایه

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

این نتایج را می‌توان به صورت جدول ۷ خلاصه نمود.

جدول۴: دقت درتعیین رده به روش k- نزدیک‌ترین همسایه

رده	برآورد صحیح برحسب درصد	برآورد غلط برحسب درصد	بخت برآورد صحیح
A	۴۷/۶۹	۵۲/۳۱	۰/۹۱۱۵
B	۱۹/۹۵	۸۰/۰۵	۰/۲۴۹۲
C	۲۱/۵۵	۷۸/۴۵	۰/۲۷۴۷
کل	۲۹/۹۸	۷۰/۰۲	۰/۴۲۸۱

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

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.2.2.0]

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

جدول۱۰: خلاصه دقت و خطای دو مدل مورد بررسی

شاخص	رده	تفکیک‌پذیری خطی(٪)	تفکیک‌پذیری با معیار k-امین نزدیک‌ترین همسایه (٪)
برآورد صحیح	A	۳۷/۷۳	۴۷/۶۹
	B	۱۹/۴۷	۱۹/۹۵
	C	۴۵/۷۶	۲۱/۵۵
برآورد غلط	A	۶۲/۲۷	۵۲/۳۱
	B	۸۰/۵۳	۸۰/۰۵
	C	۵۴/۲۴	۷۸/۴۵
بخت تعیین صحیح رده	A	۰/۶۰۵۹	۰/۹۱۱۵
	B	۰/۲۴۱۸	۰/۲۴۹۲
	C	۰/۸۴۳۸	۰/۲۷۴۷
کل	نرخ رده‌بندی صحیح (٪)	۳۴/۳۴	۲۹/۹۸
	نرخ خطای واضح(٪)	۶۵/۶۶	۷۰/۰۲
	بخت رده‌بندی صحیح	۰/۵۲۲۹	۰/۴۲۸۱

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

با توجه به اعداد بدست آمده ار بخت برآورد صحیح مشخص می‌شود که اندازه ماهی‌ها در تیمار تغذیه شده با مخلوط مساوی از دو روغن و سپس تیمار ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی و در مقایسه، ماهیان تغذیه شده با روغن سویا با بخت بیشتر تحت تأثیر رژیم غذایی و روغن مصرفی می‌باشند. به عبارتی ماهیانی که در دسته B (تیمار روغن سویا) با قابلیت تفکیک و تمیز کمتری به‌ترتیب 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 برآورد صحیح یک ماهی در تیمار تغذیه شده با روغن ماهی به مراتب از بخت برآورد صحیح تیمارهای تغذیه 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 ظاهرا تابعی از مصرف روغن ماهی می‌باشد. بنابراین نتایج حاصل از این دو تحلیل نشان می‌دهد که اولاً تغذیه و نوع روغن مصرفی به‌طور 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 روش های جایگزین بهتری بتوان یافت، پیشنهاد می‌گردد از سایر روش‌های آماری مانند تحلیل لجستیک نیز برای تعیین بخت متغییرهای 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., Oliveir, T.F., Silveira, A.M. and Ziolli, R.M., 2010. Case study: Comparing the use of nonlinear discriminating analysis and Artificial Neural Networks in the classification of

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.2.2.0]

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

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

Hauser- Davis, R.A., Oliveir, T.F., Silveira, A.M. and Ziolli, R.M., 2012, Logistic regression and

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.2.2.0]