

مقایسه تحلیل مدل لجستیک لجیت و پروبیت در تفکیک پذیری انواع روغن روی سوروم بر حسب قد و وزن

*^۱ پروین اژدری

۱- دانشکده علوم پایه، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

*par_azhdari@yahoo.com

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۵
تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۶

چکیده

در این مقاله هدف برآورد گروههای تیماری تغذیه ماهی زیستی سوروم (*Herosseverous*) براساس شاخصهای مشاهده شده قد، وزن و سن می‌باشد. بدین منظور ۳۰۰ عدد ماهی به ترتیب با میانگین وزن و طول اولیه 0.05 ± 0.02 گرم و 2.25 ± 0.25 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 ایزوناترورثنس و ایزو کالریک تغذیه و هر پانزده روز یکبار زیست‌سنگی شدند. داده‌های به دست آمده به منظور برآورد تفکیک پذیری سه گروه تیمار (هر گروه با شش تکرار) از دو تحلیل پرکاربرد مدل‌های «لجه‌یت تجمعی» و «پروبیت تجمعی» استفاده گردید. هدف در این مقاله، تشخیص کارکرد و تاثیر نوع تغذیه (روغن مصرفی) با توجه به بازده رشد ماهی‌ها در تعیین رده بندی این روغن‌ها می‌باشد. همچنین در هر یک از این دو مدل با حذف پسرو (Backward elimination) مدل‌های بهینه بدست آمده و در نهایت دو مدل حاصل با هم مقایسه و بهترین آن‌ها مشخص گردید، و مدل لجستیک با تابع ربط لجه‌یت به عنوان برآورد بهتر معرفی می‌گردد.

کلمات کلیدی: رگرسیون لجستیک، لجه‌یت تجمعی، پروبیت تجمعی، تیمار، حذف پسرو، ماهی زیستی سوروم

مقدمه

حساب آورد.

از آنجایی که مطالعه روی داده‌های چندسطحی و مدل‌بندی آن‌ها حائز اهمیت می‌باشد، آماردانان و محققین Agresti, 2007; Power and Xie, 2000; Long and Scott, 1997 مهم‌ترین مزیت‌های تحلیل رگرسیون لجستیک نسبت به سایر تحلیل‌ها، فراهم آوردن امکان استفاده از متغیرهای پیوسته و رسته‌ای به عنوان متغیرهای مستقل می‌باشد (Christensen, 1997). از جمله روش‌های رده‌بندی و جداسازی مشاهدات می‌توان به تحلیل ممیزی و رگرسیون لجستیک اشاره کرد (مورکی و نهادوندی، ۱۳۹۶) که عموماً رگرسیون لجستیک برآش بهتری به داده‌ها دارد. از جمله تحقیقات صورت گرفته در زمینه مقایسه رده‌بندی توسط تحلیل ممیزی و سایر روش‌های تفکیک‌پذیری در زمینه آبزی پروری می‌توان به تفکیک پذیری سه گونه ماهی کفال، (Hauser-Davis *et al.*, 2010) و آکاراس اشاره نمود. تیلاپیا و همکاران در سال ۲۰۰۶ با استفاده از رگرسیون لجستیک اقدام به محاسبه کاربردهای مناسبی دارد به طوری که Real و همکاران در توابع مطلوب زیست محیطی نمودند. همچنین Davis و همکاران در سال ۲۰۱۲ از رگرسیون لجستیک و منطقی فازی برای طبقه‌بندی نواحی نمونه برداری از ماهیان وحشی و ارزیابی ذخایر استفاده نمودند. مورکی و نهادوندی (۱۳۹۶) از دو تحلیل آماری ممیزی خطی و نزدیک‌ترین همسایه برای دسته بندی ماهیان با توجه به رژیم غذایی استفاده کردند. در مقاله حاضر دو تحلیل پرکاربرد در مدل‌های لجستیک با بکارگیری دو تابع ربط استفاده می‌شود که شامل مدل لگاریتم بخت «لجه‌تجمعی» و دیگری مدل احتمالی «پروبیت تجمعی» می‌باشد. در مدل اول، بیشنيه بخت قرارگیری در هر رده (منظور سه تیمار غذایی A,B,C) مورد بررسی قرار می‌گیرد و آن مشاهده‌ای که لگاریتم بخت بیشتری داشته باشد به عنوان رده حساب می‌شود و در مدل دوم فرض می‌شود که قرارگیری در هر رده نرمال بوده و آن رده‌ای انتخاب می‌گردد که احتمال آن به احتمال نرمال Johnson and Wichem, 2007; Bender (and Grouven, 1997; Anderson 1984) مطالعه حاضر هدف برآورد تفکیک‌پذیری ماهیان پرورش یافته با سه تیمار تغذیه‌ای متفاوت از نقطه نظر نوع رogen می‌باشد،

محتوى چربی رژیم غذایی به عنوان یکی از مهمترین مسائل در تغذیه آبزیان مطرح شده است (Jauncey and Ross, 1982) و نقش مهمی در تأمین انرژی مورد نیاز برای رشد و فعالیت‌های داوطلبانه موجود دارد (NRC, 1993)، بنابراین تأمین نوع مناسب لیپید و مقدار کافی آن در رژیم غذایی برای رشد سریع و سلامت آبزی لازم می‌باشد (Lovell, 1989). ترکیبات لیپیدی از اجزای ضروری بدن هستند که نقش مهمی در ساختمان و عملکرد موجود زنده دارند. لیپید به منظور تأمین اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب ضروری در جیره مورد استفاده قرار می‌گیرند و البته ترکیبات لیپیدی حاوی اسیدهای چرب ضروری مانند رogen ماهی از اجزاء گران قیمت جیره است، بدین لحاظ اتخاذ استراتژی مناسب برای فرمولاتیون بین طیف اپتیمم و قابل اجرا با توجه به نیازهای زیستی آبزی و تحلیل‌های آماری بهینه می‌باشد (مورکی و همکاران، ۱۳۹۵). به طور سنتی، روش‌های رگرسیون خطی و تحلیل تمایزات برای پیش‌بینی احتمال تعلق مشاهدات به رده‌های دو یا چند سطحی به کار گرفته شده است. از چهار دهه پیش تاکنون، توجه آماردانان از به کارگیری شیوه‌های رگرسیون خطی به دلیل فرض‌های دست و پاگیر آن‌ها، به روش دیگری که به آن رگرسیون لجستیک گفته می‌شود، تغییر کرده است.

فرض‌های خطی بودن، توزیع چند متغیری نرمال، پیوستگی داده‌ها و برابری ماتریس واریانس و کوواریانس از جمله محدودیت‌هایی هستند که آماردانان را به فکر گسترش شیوه‌های تحلیلی کارآمدتر سوق داده است. رگرسیون لجستیک یک فن آماری است که برای پیش‌بینی متغیر HOSMER *et al.*, (2013)، برای مثال متغیر پاسخ می‌تواند یک متغیر دوسویی مانند بیماری یا سلامت، مرگ یا زندگی در نظر گرفته شود. در عین حال متغیرهای پیشگوی می‌توانند هم کمی و هم کیفی باشند. مدل رایج داده‌هایی که دارای پاسخ دودویی باشند، رگرسیون لجستیک باشند. اگر تعداد این طبقات بیش از دو حالت باشد، آنکه با توجه به جنس متغیر پاسخ (یعنی اسمی و ترتیبی) مدل‌های رگرسیون لجستیک اسمی و ترتیبی حاصل می‌شود. این مدل را می‌توان به عنوان مدل خطی تعمیم یافته‌ای که از تابع لوجیت به عنوان تابع پیوند استفاده می‌کند و خطایش از توزیع چندجمله‌ای پیروی می‌کند، به

مدل کامل بدون متغیر زمان و متغیر تؤمن زمان و قد، حضور داشته و تغییرات را نشان می‌دهند (جدول ۱). همچنین با آزمون نیز تفاوت در رده‌ها تشخیص داده می‌شود (جدول ۲).

جدول ۱: آزمون اتوبوسی برای مدل لجستیک با تابع ربط لجیت تجمعی

نسبت درستنمایی کای دو	درجه آزادی	معناداری
۰/۰۰۰	۱۱	۵۲/۷۸۲

جدول ۲: اثر متغیرهای مدل لجستیک با تابع ربط لجیت تجمعی

منبع	کای دو والد درجه آزادی	معناداری	نوع
قد	۱	۱۰/۴۳۳	۰/۰۰۱
وزن	۱	۱۸/۴۲۵	۰/۰۰۰
وزن در سن	۴	۲۱/۶۰۷	۰/۰۰۰
وزن قدی	۱	۲۸/۴۳۹	۰/۰۰۰
وزن قدی در سن	۱	۲۵/۰۷۸	۰/۰۰۰

ب: مدل لجستیک با تابع ربط پروبیت تجمعی

در این روش که رابطه آن بصورت زیر است:

$$\varphi^{-1}(p_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \quad (2)$$

که در آن Φ توزیع نرمال استاندارد است.

مدل کامل بدون متغیر زمان و متغیر تؤمن زمان و قد، در مدل حضور داشته و تغییرات را نشان می‌دهند (جدول ۳). همچنین با آزمون نیز تفاوت در رده‌ها مشخص می‌گردد (جدول ۴).

جدول ۳: آزمون اتوبوسی برای مدل لجستیک با تابع ربط پروبیت تجمعی

نسبت درستنمایی کای دو	درجه آزادی	معناداری
۰/۰۰۰	۱۱	۵۳/۱۳۷

جدول ۴: اثر متغیرهای مدل لجستیک با تابع ربط پروبیت تجمعی

منبع	کای دو والد درجه آزادی	معناداری	نوع
قد	۱	۱۰/۵۴۵	۰/۰۰۱
وزن	۱	۱۹/۱۹۱	۰/۰۰۰
وزن در سن	۴	۲۲/۰۴۰	۰/۰۰۰
وزن قدی	۱	۲۹/۲۶۱	۰/۰۰۰
وزن قدی در سن	۴	۲۵/۶۳۹	۰/۰۰۰

و تعیین اینکه با توجه به تحلیل‌های آماری و وضعیت رشد ماهیان میزان بخت دسته‌بندی آن‌ها تعیین شود.

مواد و روش‌ها

تهیه جیره، تغذیه ماهیان و زیست‌سنگی: جیره غذایی ایزونایتروژنوس و ایزوکالریک با کاربرد سه ترکیب متفاوت روغنی شامل: رده (تیمار) یک (A) حاوی روغن ماهی، رده (تیمار) دو (B) حاوی روغن سویا و رده (تیمار) سه (C) حاوی مخلوط مساوی از دو روغن ماهی و سویا با استفاده از مواد اولیه معمول بر مبنای فرمول تهیه شده توسط نرم‌افزار Win feed ۲/۸ 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 ۰/۵±۰/۰۲ گرم و ۲/۲±۰/۲۵ میلی‌متر همگی از یک والد تهیه و در قالب سه تیمار هر کدام 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 زیست‌سنگی شدند.

تحلیلی آماری

مدل لجستیک: رگرسیون لجستیک از تکنیک‌های کاربردی برای تحلیل داده‌های طبقه‌بندی شده است، شبیه رگرسیون خطی با این تفاوت که نحوه محاسبه ضرایب در این دو روش یکسان نمی‌باشد. بدین معنی که رگرسیون لجستیک، به جای حداقل کردن مجذور خط‌ها (کاری که رگرسیون خطی انجام می‌دهد)، احتمالی را که یک واقعه رخ می‌دهد، حداقل می‌کند. همچنین، در تحلیل رگرسیون خطی، برای آزمون برازش مدل و معنی دار بودن اثر هر متغیر در مدل، به ترتیب از آماره‌های F و t استفاده می‌شود، در حالی که در رگرسیون لجستیک، از آماره‌های خی دو و والد استفاده می‌شود.

الف: مدل لجستیک با تابع ربط لجیت تجمعی

در این روش که رابطه آن بصورت زیر می‌باشد:

$$\ln(p_i/1-p_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \quad (1)$$

که می‌توان اطلاعات جدول ۷ را با محاسبه نسبت مقدار A برآورده شده به کل نمونه‌ها به عنوان برآورد صحیح A و محاسبه نسبت مجموع مقادیر برآورده شده B و C به کل نمونه‌ها به عنوان برآورد غلط A و متعاقباً محاسبه برآوردهای صحیح و غلط B و C به صورت جدول ۸ خلاصه نمود، لازم به ذکر است که با محاسبه نسبت مقدار برآورده صحیح به غلط، بخت برآورده محاسبه می‌شود.

جدول ۸: دقت در تعیین رده با استفاده از مدل لجستیک با تابع ربط پروبیت تجمعی

رده	برآورد صحیح (درصد)	برآورد غلط (درصد)	بخت برآورده صحیح
۰/۷۵۶۱	۵۶/۹۴	۴۳/۰۶	A
۰/۰۸۳۳	۹۲/۳۱	۷/۶۹	B
۱/۴۸۸۰	۴۰/۱۹	۵۹/۸۱	C
۰/۵۸۴۲	۶۳/۱۲	۳۶/۸۸	کل

بحث

مدلهای لجستیک معمولاً از برخی مدل‌های رده‌بندی و ممیزی دیگر بهتر عمل می‌کنند. در تحقیق حاضر ملاحظه می‌گردد که در بین دو مدل مطرح شده برای رده‌بندی، مدل لجستیک با تابع ربط لجیت تجمعی عملکرد بهتری دارد. زیرا در این مدل با استفاده از جداول ۶ و ۸ متوسط برآورده صحیح هر سه روند ۳۶/۹۵ درصد بیشتر و متوسط برآورده غلط برای هرسه روند ۶۳/۰۵ درصد است و طبیعتاً بخت برآورده صحیح مدل لجیت که تابع ربط آن تابع لجستیک است بیشتر از بخت برآورده صحیح مدل پروبیت که تابع ربط آن نرمال است، می‌باشد. البته این اختلاف کم است و از آن جایی که موضوع این مقاله مقایسه مدل لجستیک با سایر مدل‌های ممیزی نیست امکان نمایش عملکرد بهتر هر دو مدل لجستیک لجیت و پروبیت نمی‌باشد، هرچند در مقاله مورکی و نهادوندی (۱۳۹۶) که به مقایسه دو روش تحلیل ممیزی خطی و k-امین نزدیکترین همسایه در خصوص رشد ماهی سوروم پرداختند، متوسط برآورده صحیح دو مدل به ترتیب ۳۴/۳۴ و ۲۹/۹۸ بود که نشان می‌دهد مدل‌های لجستیک متوسط برآورده صحیح بیشتری دارد. لازم به ذکر است که با توجه به جدول ۶ و ۸، که خلاصه آن یعنی دقت برآورده و

نتایج

برآورده رده‌ها (تیمارهای A, B, C) که توسط رابطه (۱) و (۲) محاسبه و تعریف شده، به ترتیب در جدول ۵ و ۷ نمایش داده شده است.

جدول ۵: برآورده رده‌ها در مدل لجستیک با تابع ربط لجیت تجمعی

رده واقعی	A برآورده شده	B برآورده شده	C برآورده شده	مجموع
A	۱۸۱	۴۲	۲۰۹	۴۳۳
B	۱۲۲	۴۶	۲۴۸	۴۱۶
C	۱۲۷	۴۷	۲۳۹	۴۱۳
مجموع	۴۳۰	۱۳۵	۹۶۹	۱۲۶۱

که می‌توان اطلاعات جدول ۵ را با محاسبه نسبت مقدار A برآورده شده به کل نمونه‌ها به عنوان برآورده صحیح A و محاسبه نسبت مجموع مقادیر برآورده شده B و C به کل نمونه‌ها به عنوان برآورده غلط A و متعاقباً محاسبه برآوردهای صحیح و غلط B و C به صورت جدول ۶ خلاصه نمود، لازم به ذکر است که با محاسبه نسبت مقدار برآورده صحیح به غلط، بخت برآورده محاسبه می‌شود.

جدول ۶: دقت در تعیین رده با استفاده از مدل لجستیک با تابع ربط لجیت تجمعی

رده	برآورده صحیح (درصد)	برآورده غلط (درصد)	بخت برآورده صحیح
A	۴۱/۹۰	۵۸/۱۰	۰/۷۲۱۱
B	۱۱/۰۶	۸۸/۹۴	۰/۱۲۴۳
C	۵۷/۸۷	۴۲/۱۳	۱/۳۷۳۶
کل	۳۶/۹۵	۶۳/۰۵	۰/۵۸۶۲

برآورده رده‌های تعریف شده با استفاده از رابطه ۲ در جدول ۷ نمایش داده شده است.

جدول ۷: برآورده رده‌ها در مدل لجستیک با تابع ربط پروبیت تجمعی

رده واقعی	A برآورده شده	B برآورده شده	C برآورده شده	مجموع
A	۱۸۶	۳۰	۲۱۶	۴۳۲
B	۱۲۹	۳۲	۲۵۵	۴۱۶
C	۱۳۱	۳۵	۲۴۷	۴۱۳
مجموع	۴۴۶	۹۷	۷۱۸	۱۲۶۱

روغن ماهی با اختلاف زیاد از روغن سویا بیشتر است. این نشان دهنده تاثیر روغن ترکیبی (C) در شاخص های رشد می باشد که آن را از سایر تیمار ها قابل تفکیک کرده است.

مقایسه دو مدل: خلاصه دقت برآورده و در خطای آنها در هر رده در جدول ۹ نشان داده شده است.

خطاهای در هر رده در جدول ۹ نشان داده شده است، رده (تیمار) C و سپس A بخت برآورده صحیح بیشتری در مدل لجستیک چه با تابع ربط لجیت و چه با تابع ربط پربویت دارند. به این معنا که استفاده از ترکیب روغنی سویا و ماهی (تیمار C) و سپس روغن ماهی (A) با توجه به عوامل قد، وزن و سن قابل تمییزتر از روغن سویا (B) می باشد، یعنی ممیزی مخلوط مساوی روغن ماهی و سویا از روغن ماهی بیشتر و

جدول ۹: خلاصه دقت و خطای دو مدل مورد بررسی

شاخص	ردی	مدل لجستیک با تابع پربویت تجمعی (دقیق درصد)	مدل لجستیک با تابع پربویت تجمعی (دقیق درصد)
برآورده صحیح	A	۴۲/۰۶	۴۱/۹۰
برآورده غلط	B	۷/۶۹	۱۱/۰۶
بخت تعیین صحیح ردی	C	۵۹/۸۱	۵۷/۸۷
	A	۵۶/۹۴	۵۸/۱۰
	B	۹۲/۳۱	۸۸/۹۴
	C	۴۰/۱۹	۴۴/۱۳
	A	۰/۷۵۶۱	۰/۷۲۱۱
	B	۰/۰۸۳۳	۰/۱۲۴۳
	C	۱/۴۸۸۰	۱/۳۷۳۶
نرخ رده بندی صحیح		۳۶/۸۸٪	۳۶/۹۵
نرخ خطای واضح		۶۳/۱۲٪	۶۳/۰۵
کل		۰/۵۸۴۲	۰/۵۸۶۲
بخت رده بندی صحیح			

* در جدول ۹ **Error! Reference source not found.** رنگ زرد پس زمینه اعداد مطابق توضیحات بالا به معنی بهتر بودن است. آزمون های معناداری مربوط به آن را ارائه شده است. این ضرایب همان ضرایب β در رابطه (۱) هستند که در جدول ۱۰ آورده شده است.

حال به برآورده ضرایب مدل رگرسیون لجستیک می پردازیم. از آن جا که مدل رگرسیون لجستیک لجیت طبق جداول ۶، ۸ و ۹ عملکرد نسبتا بهتری داشت فقط ضرایب مدل لجیت و

جدول ۱۰: ضرایب مدل لجستیک با تابع ربط لجیت تجمعی

پارامتر	ضریب	استاندارد	خطای	بازه اطمینان ۹۵ والد		آزمون فرض	معناداری	Exp(B)	بازه اطمینان والد برای نمای		کران بالا	کاره	آزادی	درجه	کاره دو	کاره والد	
				کران بالا	کران پایین	کاره	آزادی	درجه	کران بالا	کران پایین	کران بالا	کران پایین	کاره	آزادی	درجه	کاره دو	کاره والد
برای A	۱/۶۷۶	۰/۶۱۵۱	۰/۶۱۵۱	۱/۶۰۱	۱/۶۰۱	۵/۳۴۵	۰/۰۰۶	۱	۷/۴۲۶	۲/۸۸۲	۰/۴۷۱	۲/۸۸۲	۰/۰۰۶	۵/۳۴۵	۱/۶۰۱	۱/۶۷۶	
آستانه برای B	۳/۰۸۸	۰/۶۱۸۹	۰/۶۱۸۹	۶/۵۲۳	۶/۵۲۳	۲۱/۹۴۰	۰/۰۰۰	۱	۲۴/۹۰۱	۴/۳۰۱	۱/۸۷۵	۴/۳۰۱	۰/۰۰۰	۲۱/۹۴۰	۶/۵۲۳	۳/۰۸۸	

ادامه جدول ۱۰

۲/۸۰۴	۱/۲۸۷	۱/۹۰۰	۰/۰۰۱	۱	۱۰/۴۳۳	۱/۰۳۱	۰/۲۵۲	۰/۱۹۸۷	۰/۶۴۲	قد
۲/۳۶۰	۰/۴۶۱	۱/۰۴۳	۰/۹۲۰	۱	۰/۰۱۰	۰/۸۵۹	-۰/۷۷۵	۰/۴۱۶۷	۰/۰۴۲	وزن
۵۵۵۰/۶۲۷	۱۸/۱۷۸	۱/۶۴۳	۰/۰۰۰	۱	۱۵/۵۷۸	۸/۶۲۲	۲/۹۰۰	۱/۴۵۹۶	۵/۷۶۱	وزن در سن ۱۵
۲۴۱/۵۱۰	۶/۵۹۵	۳۹/۹۰۹	۰/۰۰۰	۱	۱۶/۱۰۹	۵/۴۸۷	۱/۸۸۶	۰/۹۱۸۵	۳/۶۸۷	وزن در سن ۳۰
۱۱/۹۶۴	۱/۳۸۹	۴/۰۷۶	۰/۰۱۱	۱	۶/۵۴۲	۲/۴۸۲	۰/۳۲۸	۰/۵۴۹۴	۱/۴۰۵	وزن در سن ۴۵
۳/۹۲۶	۰/۷۹۳	۱/۷۶۵	۰/۱۶۴	۱	۱/۹۳۸	۱/۳۶۸	-۰/۲۳۲	۰/۴۰۸۰	۰/۵۶۸	وزن در سن ۶۰
۱/۰۳۳	۰/۸۵۵	۰/۹۴۰	۰/۱۹۷	۱	۱/۶۶۳	۰/۰۳۲	-۰/۱۵۷	۰/۰۴۸۲	-۰/۰۶۲	وزن قدی
۰/۴۵۱	۰/۰۹۸	۰/۲۱۰	۰/۰۰۰	۱	۱۵/۹۹۰	-۰/۷۹۵	-۲/۳۲۵	۰/۳۹۰۲	-۱/۵۶۰	قد وزنی در سن ۱۵
۰/۶۲۰	۰/۲۷۱	۰/۴۱۰	۰/۰۰۰	۱	۱۷/۸۴۰	-۰/۴۷۸	-۱/۳۰۵	۰/۲۱۱۱	-۰/۸۹۱	قد وزنی در سن ۳۰
۰/۹۱۲	۰/۶۰۰	۰/۷۴۰	۰/۰۰۵	۱	۷/۹۴۵	-۰/۰۹۲	-۰/۵۱۱	۰/۱۰۷۰	-۰/۳۰۲	قد وزنی در سن ۴۵
۱/۰۲۳	۰/۷۷۸	۰/۸۹۲	۰/۱۰۳	۱	۲/۶۵۸	۰/۰۲۳	-۰/۲۵۱	۰/۰۶۹۸	-۰/۱۱۴	قد وزنی در سن ۶۰

(A,B,C) توسط ماهیان براساس متغیرهای رشد روش‌های رگرسیون لجستیک عملکرد بهتری دارند زیرا دارای خطای کمتر و دقت برآورد بهتر می‌باشند. مخصوصاً که در این مقاله نشان داده شد که مدل لجستیک لجیت نسبتاً به مدل پروبیت ارجحیت دارد. در مقالات بعدی در این خصوص، می‌توان سایر روش‌های رده‌بندی و ممیزی را ارائه نمود که برای این ماهی با این شیوه تغذیه تفکیک پذیری بهتری داشته باشند.

منابع

- مورکی، ن. و معینی، س.، ۱۳۹۵. مبانی تغذیه و جیره-نویسی آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ۴۰۰ صفحه.
- مورکی، ن. و نهادوندی، ر.، ۱۳۹۶. مقایسه تحلیل ممیزی خطی و نزدیکترین هماسیه برای دسته‌بندی تیمارهای تغذیه‌ای ماهی سوروم (*Heros severous*) با توجه به متغیرهای رشد. مجله آبزیان زیستی، ۴(۲): ۳۳-۳۸.
- Agresti, A., 2007. An introduction to categorical data analysis, Wiley-Interscience, Vol. 423.
- Anderson, J.A., 1984. Regression and ordered categorical variables, Journal of the royal statistical society Series B (Methodological), pp: 1-30.

همانطور که ملاحظه می‌شود در تمام سطوح عوامل قد، وزن، اثر متقابل وزن در سطوح مختلف سن، اثر متقابل وزن و قد، اثر متقابل قد و وزن در سطوح مختلف درستون اول این جدول نمایش داده شده است. ستون دوم ستون ضرایب، ضرایب متغیرها را در معادله رگرسیون لجستیک براساس رابطه (۱) نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، برای ساخت معادله رگرسیونی (۱) از مقادیر این ستون بعنوان β_i استفاده می‌شود، ستون سوم خطای استاندارد ستون ضرایب به حساب می‌آیند. همچنین فاصله اطمینان ۹۵ درصد و آزمون معنی‌داری برای آماره والد (Wald) ارائه شده است. آن دسته از متغیرهایی که آماره Wald ضرایب آنها معنی‌دار است، باید در پیش‌بینی عضویت گروهی مشارکت نمایند. مواردی که معنی‌دار نیست با رنگ زرد پس زمینه مشخص می‌شود که مانند رگرسیون معمولی می‌توان معادله را بدست آورد. بدین معنی که اطلاعات بیومتری شامل وزن در روز ۶۰ و همچنین اثر متقابل قد و وزن در روز ۶۰ اثر معنی‌داری بر معادله رگرسیون نداشته و در نتیجه نیاز به صرف وقت و هزینه برای ادامه تحقیق پس از روز ۴۵ وجود ندارد؛ و اثر (B) مقادیر (شانس) لگاریتم متغیر را نشان می‌دهند.

به طور کلی در خصوص حسن استفاده از این روش باید عنوان نمود که در مقایسه با سایر روش‌های تحلیل ممیزی مانند تحلیل ممیزی خطی و K-نزدیکترین هماسیه برای رده‌بندی و تفکیک‌بندی تغذیه ترکیب روغن‌های مصرفی

- Bender, R. and Grouven, U., 1997.** Ordinal logistic regression in medical research, J.R Coll Physicians Lond. Sep-Oct; 31: 546-51.
- Christensen, R., 1997.** Log-linear models and logistic regression, Springer.
- Fowler, L.G., 1991.** Poultry by -product meal as a dietary protein source in fall Chinook salmon diets. Aquaculture, 99: 309-321.
- 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 three fish species: acaras (*Geophagus 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 fuzzy logic as a classification method for feral fish sampling sites, 19(4): 473-483.
- Hosmerd, W., Jr, Lemeshow S. and Sturdivan, T.R.X., 2013.** Applied logistic regression, 3rd Edition, Wiley.
- Jauncey, K. and Ross, B., 1982.** A guide to tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling, Scotland, 111 p.
- Johnson, R.A. and Wichern, D.W., 2007.** Applied multivariate statistical analysis, Pearson education, Inc., 6th edition.
- Long, J. Scott., 1997.** Regression models for categorical and limited dependent variables, Vol. 7. Sage.
- Lovell, R.T., 1989.** Nutrition and feeding in fish. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
- Powers, D. and Xie, Y., 2000.** Statistical method for categorical data analysis, 2000. Academic Press. San Diego, CA.
- National Research Council (NRC), 1993.** Nutrient requirements of fish. Washington, D. C., National Academy Press, 114 p.
- Real, R., Marcia Barbosa, A. and Mario Vargas, J., 2006.** Obtaining environmental favorability functions from logistic regression, Environmental and Ecological Statistics, 13(2): 237-245.