دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره ششم، شماره سوم، پاییز ۹۷
http://jair.gonbad.ac.ir

اثر متقابل تراکم و درصد غذادهی بر شاخص رشد، فاکتورهای خونی و برخی پارامترهای کیفی آب در فیل‌ماهی *Huso huso* (Linnaeus, 1758) جوان پرورشی

مهدی خارکن قمصری[۱]، رضا اکرمی[*۲]، زید احمدی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
[۲]دانشیار، گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
[۳]استادیار، گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
تاریخ ارسال: ۹۵/۳/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۴

چکیده

این تحقیق به‌منظور ارزیابی اثر متقابل تراکم و درصد غذادهی بر شاخص رشد، فاکتورهای خونی و برخی پارامترهای کیفی آب در فیل‌ماهی(*H. huso*) جوان پرورشی برای مدت ۷ هفته انجام شد. بدین‌منظور تراکم‌های مختلف ۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم بر متر مربع ذخیره‌سازی شدند و با نرخ تغذیه ۱٪، ۲٪ و ۳٪ وزن بدن در روز غذادهی شدند. وزن ماهیان در ابتدای آزمایش ۱/۵±۲۵ گرم بود. ماهیان در قالب آزمایش فاکتوریل با پایه طرح کاملاً تصادفی (۳ تراکم×۳ درصد غذادهی×۲ تکرار) در ۱۸ مخزن توزیع و با جیره تجاری (۴۴٪ پروتئین، ۲۰٪ چربی و ۷٪ خاکستر) به‌صورت دستی و دو بار در روز تغذیه شدند. در انتهای پرورش مشخص گردید نرخ بهینه تغذیه و عملکرد رشد در تراکم ۱ کیلوگرم بر متربع و غذادهی ۳٪ وزن بدن در روز بود و تفاوت معنی‌داری بین اثر متقابل تراکم و درصد غذادهی بین تیمارها مشاهده گردید. مقایسه پارامترهای خونی در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. مرگ و میری در طول دوره پرورش مشاهده نشد. نتایج نشان داد اثر متقابل تراکم و درصد غذادهی تأثیر قابل توجهی بر کاهش کیفیت آب نظیر غلظت آمونیاک و اکسیژن محلول طی مدت پرورش داشت ولی روی دما و میزان اسیدیته تأثیری نداشت. به‌نظر می‌رسد تراکم یک کیلوگرم در متر مربع و نرخ تغذیه ۳٪ وزن بدن در روز برای فیل ماهیان جوان ۲۵ تا ۱۵۵ گرم مطلوب می‌باشد.

***واژه‌های کلیدی*: *H. huso*، تراکم، درصد غذادهی،کیفیت آب**

[*]نویسنده مسئول: akrami.aqua@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

مقدمه

فیل‌ماهی (*H. huso*) بزرگترین ماهی خانواده تاس‌ماهیان و از ماهیان تجاری دریای خزر می‌باشد که به‌دلیل بومی بودن، رشد نسبتاً سریع، تراکم‌پذیری، مقاومت بالا در برابر تغییرات فیزیکوشیمیایی آب، تغذیه به روش همه‌چیزخواری و امکان تکثیر در شرایط پرورشی یکی از گونه‌های مهم با استعداد پرورش در مزارع پرورشی می‌باشد (Mohseni *et al.*, 2006). یکی از روش‌های مرسوم در پرورش بچه‌ماهیان این گونه، استفاده از حوضچه‌های فایبرگلاس و بتونی در شرایط کاملاً کنترل شده می‌باشد و افزایش تراکم کشت ممکن است آثار و عواقب سویی بر کیفیت تولید و بازماندگی این گونه بگذارد. بی‌شک بالا بودن تراکم پرورش اثر معکوسی بر وضع سلامتی و بهداشت ماهی خواهد گذاشت و این وضعیت سبب ایجاد شرایط محیطی نامناسب و استرس‌زا و همچنین افزایش حساسیت ماهی به عوامل بیماری می‌شود. این افزایش حساسیت موجب بالا رفتن خطر بیماری در ماهیان می‌شود (Soltani, 2008). نتایج بررسی‌های علمی حاکی از آن است که تعیین درصد مناسب غذادهی و تراکم برای دستیابی به حداکثر رشد و سوددهی، ضروری می‌باشد (Jodun, 2004; Riu *et al.*, 2012). مشخص گردیده پرورش ماهی در تراکم بالا می‌تواند سبب استرس از طریق افت کیفی آب، تنش و تماس زیاد شود (Rowland *et al.*, 2006). نرخ بقا و معیارهای رشد تحت تأثیر تراکم ماهیان تحت پرورش قرار دارند، علاوه بر این تراکم بهینه ماهی در مخازن پرورشی با توجه به زی‌توده آن گونه و عوامل خارجی نظیر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب و نرخ غذادهی از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است لذا در پرورش هر گونه، تراکم باید به‌صورت جداگانه تعریف شود (Wang *et al.*, 2000). تغذیه بهینه در ماهیان تحت تأثیر گونه، اندازه، تراکم، سن، میزان دسترسی به غذا، عوامل محیطی، تکثیر ماهی در شرایط مختلف قرار دارد (Bascinar *et al.*, 2001). در تراکم بالا میزان دستیابی به غذا نسبت به تراکم پایین کاهش می‌یابد (Hosfeld *et al.*, 2009). حال آنکه هزینه انرژی در جهت به‌دست آوردن آن افزایش می‌یابد. راندمان استفاده از غذا در بسیاری از موارد بستگی به درستی و نظم غذادهی و رعایت تکنولوژی غذادهی دارد. غذادهی بیش از حد از نظر زیستی و اقتصادی اصولی نمی‌باشد، زیرا ماهیان غذای بیشتری را (بیشتر از آنچه که قادر به خوردن آن باشند) مصرف می‌کنند (Hung *et al.*, 1989). تغذیه اندک، سبب کاهش تولید و تغذیه بیش ازحد موجب هدر دادن مواد غذایی با ارزش و ایجاد آلودگی آب و افزایش بیماری می‌گردد که برای رفع آن به انجام هزینه‌های دیگر نیاز است. بنابراین تغذیه اندک و بیش از حد عواقب اقتصادی جدی در پی دارد که بر استمرار فعالیت و بازده مزرعه تأثیر می‌گذارد (Rosenthal, 2000). هرچند کنترل دقیق مصرف غذا، در تاس‌ماهیان به‌علت تغذیه آنها از کف مخزن که به آرامی و در مدت طولانی انجام می‌گیرد مشکل است (Hung *et al.*, 1993). کارآیی تغذیه، درصد غذادهی، دمای آب و اندازه ماهی از جمله عوامل اقتصادی هستند که قابلیت تولید تجاری آنها را تعیین

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

می‌کنند. اطلاعات در مورد غذای خورده شده یک معیار برای مناسب برای تغذیه ماهی است. نرخ بهینه تغذیه حداکثر میزان رشد نسبت به جیره مصرفی می‌باشد و یک فاکتور تأثیرگذار در رشد ماهی محسوب می‌شود (Brett, 1979). در نهایت باید متذکر شد فاکتورهای دیگری نظیر اندازه غذا، استراتژی تغذیه، شکل و اندازه مخازن پرورشی و جایگزینی‌های غذایی می‌توانند بر نرخ بهینه تغذیه تاس‌ماهیان تأثیرگذار باشند (Hung and lutes, 1987). این مطالعه به‌منظوردستیابی به بهترین تراکم کشت توأم با درصد غذادهی در فیل‌ماهی جوان پرورشی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مکان و طرح آزمایش: این تحقیق به‌مدت ۷ هفته در سالن و نیروی کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی واقع در آق‌قلا از اردیبهشت ماه لغایت پایان خردادماه انجام پذیرفت. فیل‌ماهیان جوان پرورشی با وزن اولیه تقریبی ۲۵ گرم در تراکم‌های ۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در متر مربع (به‌ترتیب ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ عدد ماهی در هر مخزن و به‌عبارت دیگر ۲/۵، ۳/۷۵ و ۵ گرم ماهی به ازای هر لیتر آب) و با درصدهای غذادهی ۱٪، ۲٪ و ۳٪ در دو تکرار (۳تراکم × ۳٪ غذادهی × ۲تکرار) در قالب آزمایش فاکتوریل به‌مدت ۷ هفته پروش یافتند (قبل از شروع آزمایش ماهیان ابتدا به‌مدت ۲ هفته با شرایط آزمایش سازگار شدند). در این آزمایش ۱۸ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری (۲m×۲m×۰/۵m) به‌عنوان واحدهای آزمایش استفاده شد. حجم آب داخل هر مخزن ۸۰۰ لیتر بود که مجهز به سیستم هوادهی و تخلیه آب مرکزی با دبی ۲۰-۱۰ لیتر در دقیقه در طول دوره آزمایش و منبع تأمین آب از آبندان و آب چاه بود. در طول دوره آزمایش، قبل از غذادهی آب حوضچه‌ها به‌طور روزانه طی سه نوبت به روش سیفون کردن به میزان ۵۰ درصد به آرامی تعویض می‌شد تا غذای احتمالی مصرف نشده و فضولات از محیط پرورش خارج گردد. بیومتری ماهیان هر هفته توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم انجام گرفت.

زیست‌سنجی: ماهیان به‌صورت دستی و ۲ بار در روز و با درصدهای در نظر گرفته شده تغذیه شدند. غذای مورد استفاده در این تحقیق کنسانتره گرانوله فرموله شده اکسترودر شرکت فرادانه شهرکرد (حاوی ۴۴٪ پروتئین، ۷٪ خاکستر، ۲۰٪ چربی و ۲۲/۷۱ مگاژول انرژی ناخالص در هر کیلوگرم) بود. برای بررسی چگونگی عملکرد تراکم‌های مختلف ذخیره سازی و درصدهای مختلف غذادهی، در فواصل زمانی مشخص (هر پانزده روز) از طریق داده‌های به‌دست آمده از زیست‌سنجی و انجام آزمایشات تغذیه‌ای طبق فرمول‌های موجود، برخی از فاکتورهای رشد و تغذیه‌ای نظیر افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا تعیین گردید.

افزایش وزن بدن= (میانگین وزن آبتدای دوره به گرم– میانگین وزن انتهای دوره به گرم)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

نرخ رشد ویژه (درصد در روز) =[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم - لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)]×۱۰۰

درصد غذای خورده شده روزانه= [زمان / $^{0.5}$(میانگین وزن اولیه به گرم× میانگین وزن نهایی به گرم)/ (غذای خورده شده به‌ازای یک ماهی ×۱۰۰)]

ضریب تبدیل غذایی= افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم)

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب: اکسیژن آب با استفاده از دستگاه اکسیژن‌سنج (مدل WTW آلمان) و اسیدیته توسط pH متر (مدل WTW آلمان) و دمای آب به‌طورمرتب در ۳ نوبت اندازه‌گیری شد. آمونیاک نیز هفته‌ای دو بار از آب خروجی مخازن اندازه‌گیری می‌شد.

تهیه نمونه خون: خون‌گیری از ماهیان در انتهای دوره پرورش صورت گرفت. ۲۴ ساعت قبل از خون‌گیری تغذیه ماهیان قطع شد و سپس ۵۴ عدد ماهی (۳ ماهی به ازای هر تکرار) به ظاهر سالم به‌طور تصادفی انتخاب شد و از ورید ساقه دمی آنها خون‌گیری به‌عمل آمد. نمونه‌های خون جمع‌آوری شده در لوله حاوی ماده ضد انعقاد تقسیم شد و سپس به آزمایشگاه انتقال داده شد. فاکتورهای خونی مورد مطالعه به روش توصیه شده توسط فلدمن و همکاران (Weiss and Wardrop, 2010) شامل تعداد گلبولهای قرمز(RBC)، تعداد گلبولهای سفید (WBC)، هماتوکریت (PCV)، هموگلوبین (Hb) بود. همچنین شمارش افتراقی گلبولهای سفید شامل نوتروفیل، لنفوسیت و مونوسیت نیز انجام شد (Borges *et al.*, 2004).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: طرح کلی این تحقیق در قالب طرح فاکتوریل انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تغییرات معیارهای رشد، فاکتورهای تغذیه‌ای، فاکتورهای هماتولوژی و پارامترهای کیفی آب از طریق آزمون تجزیه واریانس یکطرفه و به‌منظور بررسی اثرات متقابل بین تراکم و درصد غذادهی از آزمون تجزیه واریانس دو طرفه و مقایسه میانگین بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-18 انجام شد.

نتایج

شاخص رشد: نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف تراکم و درصد غذادهی و اثر متقابل آنها بر شاخص های رشد در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد در شاخص وزن نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری (در سطح ۰/۰۱) وجود دارد و تیمار با تراکم ۱ کیلوگرم بر متر مربع و با غذادهی به میزان ۳٪ وزن بدن از عملکرد مناسب‌تری برخوردار بود. همچنین بین تراکم و درصد غذادهی در شاخص عملکرد رشد اثر متقابل معنی‌دار وجود داشت ($P<0/01$). هیچ مرگ و میری در طول دوره پرورش اتفاق نیفتاد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

جدول ۱- تغییرات پارامترهای رشد (میانگین±SD) فیل‌ماهی (*H. huso*) جوان پرورشی در تراکم و درصدهای مختلف غذادهی

شاخص	تیمار	وزن نهایی (گرم)	افزایش وزن بدن (گرم)	افزایش وزن بدن (درصد)	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)
تیمار ۱ (۱ کیلوگرم : ۱٪)		۱۰۱/۷ ±۲/۴ c	۶۵/۰ ±۲/۴ c	۱۷۷/۱ ±۶/۵ c	۲/۰۰ ±۰/۰۴ c
تیمار۲ (۱ کیلوگرم: ۲٪)		۱۲۵/۰ ±۱/۴ b	۸۸/۳ ±۱/۴b	۲۴۰/۶ ±۳/۸ b	۲/۴ ±۰/۰۲ b
تیمار۳ (۱ کیلوگرم :۳٪)		۱۵۴/۱ ±۱/۴a	۱۱۷/۴ ±۶/۸ a	۳۲۰/۰ ±۱/۶ a	۲/۸ ±۰/۰۸ a
تیمار۴(۱/۵ کیلوگرم :۱٪)		۷۶/۵ ±۰/۰ d	۳۹/۸ ±۰/۰ d	۱۰۸/۴ ±۰/۰ d	۱/۴۴ ±۰/۰۰ e
تیمار۵(۱/۵ کیلوگرم :۲٪)		۱۰۱/۸ ±۷/۷ c	۶۵/۱ ±۷/۷ c	۱۷۴/۱ ±۱/۲۱ c	۱/۹۹ ±۰/۱۴ c
تیمار۶(۱/۵ کیلوگرم :۳٪)		۱۲۰/۵ ±۰/۷b	۸۳/۸ ±۰/۷ b	۲۲۸/۳ ±۱/۹ b	۲/۳۳ ±۰/۰۱ b
تیمار۷(۲ کیلوگرم :۱٪)		۸۴/۰ ±۲/۸ d	۴۷/۳ ±۲/۸ d	۱۲۸/۸ ±۷/۷ d	۱/۶۲ ±۰/۰۶ d
تیمار۸(۲ کیلوگرم :۲٪)		۱۰۰/۶ ±۱/۴ c	۶۳/۹ ±۳/۶ c	۱۷۴/۱ ±۱/۰ c	۱/۹۸ ±۰/۰۷ c
تیمار۹(۲ کیلوگرم :۳٪)		۱۰۶/۱ ±۲/۲c	۶۹/۴ ±۱/۲۹ c	۱۸۹/۱ ±۶/۲ c	۲/۰۸ ±۰/۰۴ c
اثر ساده درصد غذادهی		p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰
اثر ساده تراکم		p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰
اثر متقابل جیره × تراکم		p<۰/۰۰۴	p<۰/۰۰۴	p<۰/۰۰۴	p<۰/۰۱

اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۱).

شاخص تغذیه: نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف تراکم و درصد غذادهی و اثر متقابل آنها بر شاخص‌های تغذیه‌ای در جدول۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد بین تیمارهای تحت بررسی با تراکم و درصدهای مختلف غذادهی، در ضریب تبدیل غذا اختلاف معنی‌داری وجود داشت (در سطح ۰/۰۱) و تیمار تراکم ۲ کیلوگرم بر متر مربع با نرخ غذادهی به میزان ۳٪ وزن بدن دارای حداکثر FCR (۱/۶۸) و تیمار تراکم ۱ کیلوگرم بر متر مربع با غذادهی به میزان ۱٪ وزن بدن دارای حداقل FCR (۰/۵۶) بود و بین تراکم و درصد غذادهی در شاخص ضریب تبدیل غذایی اثر متقابل معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۱). از نظر میزان غذای خورده شده به ازای هر ماهی و همچنین درصد غذای خورده شده روزانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (در سطح ۰/۰۱) و تیمار تراکم ۱ کیلوگرم بر متر مربع با غذادهی به میزان ۳٪ وزن بدن دارای حداکثر این شاخص تغذیه‌ای و تیمار تراکم ۲ کیلوگرم در هر متر مربع با ۱٪ غذادهی دارای حداقل مقدار بود. بین تراکم و درصد غذادهی در شاخص غذای خورده شده اثر متقابل معنی‌دار وجود نداشت (P>۰/۰۵).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

جدول ۲- میانگین مقادیر پارامترهای تغذیه‌ای (میانگین±SD) فیل‌ماهی (*H. huso*) جوان پرورشی در تراکم و درصدهای مختلف

شاخص / تیمار	ضریب تبدیل غذا	غذای خورده شده به ازای هر ماهی (گرم)	غذای خورده شده (درصد در روز)
تیمار ۱ (۱ کیلوگرم : ۱٪)	۰/۵۶ ±۰/۰۲ f	۳۶/۸۹ ±۰/۰ e	۱/۱۵ ±۰/۰۲ e
تیمار ۲ (۱ کیلوگرم: ۲٪)	۰/۹۱ ±۰/۰۲ d	۸۰/۷۷ ±۰/۰۰ g	۲/۱۷ ±۰/۰۸ d
تیمار ۳ (۱ کیلوگرم :۳٪)	۱/۱۵ ±۰/۰۷ c	۱۴۶/۲۲ ±۰/۰۰ a	۳/۳۳ ±۰/۰۰ b
تیمار ۴ (۱/۵ کیلوگرم :۱٪)	۰/۷۴ ±۰/۰۰ e	۲۹/۵ ±۰/۰۰ e	۱/۱۳ ±۰/۱۴ e
تیمار ۵ (۱/۵ کیلوگرم :۲٪)	۱/۱۸ ±۰/۱۴ c	۷۶/۲ ±۰/۰۰ g	۲/۳۹ ±۰/۰۱ c
تیمار ۶ (۱/۵ کیلوگرم :۳٪)	۱/۵ ±۰/۰۱ b	۱۲۶/۰۱ ±۰/۰۰ a	۳/۴۸ ±۰/۰۶ ab
تیمار ۷ (۲ کیلوگرم :۱٪)	۰/۶۵ ±۰/۰۳ ef	۳۰/۹۶ ±۰/۰ e	۱/۱۱ ±۰/۰۷ e
تیمار ۸ (۲ کیلوگرم :۲٪)	۱/۱۵ ±۰/۰۶ c	۷۳/۶۳ ±۰/۰۰ g	۲/۳۳ ±۰/۰۴ c
تیمار ۹ (۲ کیلوگرم :۳٪)	۱/۶۸ ±۰/۰۴ a	۱۱۶/۹۵ ±۰/۰۰ a	۳/۵۶ ±۰/۰۶ a
اثر ساده درصد غذادهی	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۲۵
اثر ساده تراکم	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰	p<۰/۰۰۰
اثر متقابل جیره × تراکم	p<۰/۰۲۶	ns ۰/۰۸	ns ۰/۰۸۷

اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۱).

ns* عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها

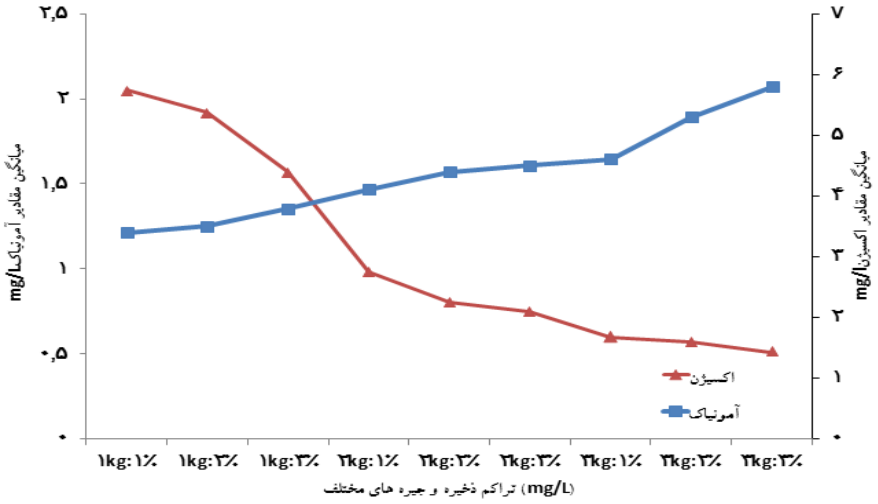
شاخص‌های خونی: نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف تراکم و درصد غذادهی و اثر متقابل آنها بر شاخص‌های خونی در جدول۳ نشان داده شده است. بر اساس تجزیه واریانس یک‌طرفه بین تیمارهای تحت بررسی از لحاظ تراکم و درصدهای مختلف غذادهی، در شاخص‌های خونی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین تراکم و درصد غذادهی بر پارامترهای خونی اثر متقابل نداشت (P>۰/۰۵). لازم به ذکر است که با افزایش تراکم و درصد غذادهی تعداد گلبول سفید خون، گلبول قرمز خون و هموگلوبین و هماتوکریت افزایش یافت.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

جدول ۳- تغییرات پارامترهای خونی (میانگین±SD) فیل‌ماهی (*H. huso*) جوان پرورشی در تراکم‌ها و درصدهای مختلف غذادهی

شاخص / تیمار	گلبول سفید (10^3)	R گلبول قرمز (10^6)	H هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	H هماتوکریت (درصد)
تیمار ۱ (۱ کیلوگرم : ۱٪)	۲۲/۶ ±۵/۳	۱/۵ ±۰/۰۱	۶/۷ ±۰/۰۰	۱۷/۳۵ ±۰/۰۷
تیمار ۲ (۱ کیلوگرم: ۲٪)	۲۲/۱ ±۳/۸	۱/۷ ±۰/۰۴	۵/۸ ±۰/۴۲	۱۷/۶۵ ±۰/۶۳
تیمار ۳ (۱ کیلوگرم :۳٪)	۲۳/۶ ±۲/۹	۱/۶۵ ±۰/۰۸	۶/۷ ±۰/۷۷	۱۷/۸ ±۰/۸۴
تیمار ۴ (۱/۵ کیلوگرم :۱٪)	۲۳/۵ ±۰/۴۲	۱/۸ ±۰/۰۱	۷/۱ ±۰/۴۹	۱۸/۳۵ ±۰/۴۹
تیمار ۵ (۱/۵ کیلوگرم :۲٪)	۲۳/۷ ±۱/۲	۱/۷۵ ±۰/۰۲	۷/۲ ±۰/۴۲	۱۸/۳ ±۰/۰۰
تیمار ۶ (۱/۵ کیلوگرم :۳٪)	۲۲/۴ ±۲/۷	۱/۶۴ ±۰/۰۸	۵/۹ ±۰/۱۴	۱۸/۲۵ ±۰/۰۷
تیمار ۷ (۲ کیلوگرم :۱٪)	۲۴/۱ ±۰/۷	۱/۸۳ ±۰/۰۴	۷/۸ ±۰/۰۷	۱۸/۵ ±۰/۰۷
تیمار ۸ (۲ کیلوگرم :۲٪)	۲۳/۸ ±۶/۹	۱/۸۸ ±۰/۰۲	۷/۹ ±۰/۶۳	۱۸/۹ ±۰/۲۱
تیمار ۹ (۲ کیلوگرم :۳٪)	۲۴/۵ ±۱/۳	۱/۹۱ ±۰/۰۴	۷/۷ ±۰/۵۶	۱۸/۸ ±۰/۹۸
اثر ساده درصد غذادهی	۰/۱۳۷ ns	۰/۲۲۸ ns	۰/۴۶۷ ns	۰/۰۵۰ ns
اثر ساده تراکم	۰/۰۵۵ ns	۰/۶۰۲ ns	۰/۱۳۱ ns	۰/۹۲۷ ns
اثر متقابل جیره × تراکم	۰/۰۴۵ ns	۰/۶۰۲ ns	۰/۱۳۱ ns	۰/۹۲۷ ns

ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها



شکل ۱- ارتباط بین اکسیژن محلول با غلظت آمونیاک در تراکم و درصدهای مختلف غذادهی در فیل‌ماهی (*H. huso*) جوان پرورشی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

پارامترهای کیفی آب: نتایج حاصل از تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد غلظت آمونیاک و اکسیژن محلول در آب تغییرات معنی‌داری را در میان تیمارهای مختلف از نظر تراکم و درصد غذادهی نشان داد. کمترین مقدار غلظت اکسیژن و بیشترین غلظت آمونیاک در تراکم ۲ کیلوگرم بر متر مربع و نرخ غذادهی ۳٪ حاصل گردید. بین تراکم و درصد غذادهی در غلظت اکسیژن محلول و آمونیاک اثر متقابل معنی‌دار وجود داشت ($P<۰/۰۵$). متوسط دمای آب ۱/۵±۲۵ درجه و میزان pH ۰/۳±۷/۹ بود که اختلاف معنی‌داری در این دو پارامتر در تیمارهای مختلف مشاهده نشد. بین تراکم و درصد غذادهی در متوسط د دمای آب و میزان pH در طول دوره پرورش اثر متقابل معنی‌دار وجود نداشت ($P>۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، پارامترهای رشد شامل وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان دادند. این نتایج نشان دهنده اثر قابل توجه تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی و درصد غذادهی بر رشد فیل‌ماهی جوان پرورشی در مخازن پرورشی است. بالاترین مقدار رشد و نمو در مطالعه حاضر به‌طور مشخص در ماهیانی اتفاق افتاد که مناسب‌ترین تغذیه را داشتند (تیمار ۱ کیلوگرم بر متر مربع و غذادهی ۳٪ وزن بدن در روز در دمای حدود ۲۵ تا ۲۷ درجه)، هر چند کارآیی و تغذیه بالا در شرایط دمایی مختلف در فیل‌ماهی نشان می‌دهد که احتمال هدر رفتن غذا بسیار کم است، حتی اگر سطح تغذیه کمی بالاتر از میزان تغذیه مناسب باشد. یوسف‌پور و همکاران (Yusufpour, 1998) مناسب‌ترین درصد غذادهی برای بچه تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با وزن متوسط ۱۹/۵ تا ۹۰ گرم را ۴٪ وزن بدن پیشنهاد نمودند. محسنی و همکاران (Mohseni *et al*., 2007) سطح ۲٪ غذا دهی براساس وزن بدن را برای تغذیه بچه فیل‌ماهیان زیر یک‌سال پیشنهاد نمودند. همچنین محسنی و همکاران (Mohseni *et al*., 2003) حد مطلوب غذادهی برای فیل‌ماهیان ۸۵۰ تا ۱۹۰۰ گرمی به میزان ۲٪ و برای ماهیان ۲۰۵۰ تا ۳۳۰۰ گرمی، حداکثر تا ۱٪ وزن بدن (باتوجه به دمای آب) گزارش کردند. تراکم مطلوب برای پرورش فیل‌ماهیان تا وزن ۹۰ گرم ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم در متر مربع و برای ماهیان بیش از ۹۰۰ گرم، تراکم ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم در متر مربع گزارش شده است (Mohseni *et al*., 2006). در بررسی حاضر مشخص گردید اثر متقابل تراکم و درصد غذادهی بر شاخص رشد و تغذیه کاملاً معنی‌دار بود و در تراکم ۱ کیلوگرم بر متر مربع و غذادهی به میزان ۳٪ وزن بدن در روز برای پرورش فیل‌ماهی ۲۵ تا ۱۵۵ گرم در شرایط کارگاهی شهید مرجانی مناسب است. اسعدی و ایمانپور (Asaadi and Imanpour, 2009) گزارش کردند فیل‌ماهیان جوان با میانگین وزنی ۱۸/۳۲ گرم در تراکم ۳۵ قطعه دارای وزن نهایی، ضریب رشد ویژه کمتر و ضریب تبدیل بالاتری نسبت به تراکم‌های ۱۵ و ۲۵ بودند. نتایج متفاوت به‌دست آمده در خصوص تراکم ذخیره‌سازی و نرخ تغذیه در مطالعات مختلف می‌تواند ناشی از

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

گونه خاویاری، سن، وزن اولیه ذخیره سازی، طول دوره پرورش، شرایط کیفی آب مخصوصاً دما، تراکم و بیومس ذخیره‌سازی، نرخ تغذیه متفاوت، کمیت و کیفیت جیره و دفعات غذایی باشد. رفعت‌نژاد و همکاران (Rafatnezhad *et al.*, 2008) گزارش کردند که با افزایش تراکم از ۱ تا ۸ کیلوگرم در متر مربع عملکرد تغذیه‌ای و رشد فیل‌ماهی کاهش یافت. در تحقیق ما با افزایش تراکم و درصد غذادهی میزان رشد فردی کاهش نیز یافت زیرا یکی از اثرات افزایش تراکم کاهش رشد است که دلیل آن می‌تواند ناشی از کاهش مصرف غذا و افزایش تقاضای انرژی باشد. هانگ و همکاران (Hung *et al.*, 1995) نرخ بهینه تغذیه تاس‌ماهی سفید یک‌ساله تحت شرایط پرورشی را ۱/۳٪ وزن بدن در روز اعلام کردند. برخلاف یافته‌های تحقیق ما، فاجفر و همکارن (Fajfer *et al.*, 1999) گزارش کردند تراکم اثری در نتیجه نهایی پرورش ماهی خاویاری دریاچه (*Acipenser fulvescens*) نداشت. کلی و آرنولد (Kelly and Arnold, 1999) گزارش کردند تغذیه به میزان ۱/۵٪ وزن بدن بهترین رشد را در تاس‌ماهی آتلانتیک (*Acipenser oxyrinchus*) جوان با میانگین وزنی ۶۰ گرم در دمای ۱۷-۱۵ درجه داشته است. موهلر و همکاران (Mohler *et al.*, 2000) اثر معکوس و معنی‌داری در رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان انگشت‌قد تاس‌ماهی آتلانتیک که در تراکم ۰/۳۷ تا ۲/۲۲ گرم در لیتر پرورش یافتند مشاهده نکردند. در تحقیق ما نیز در خصوص بازماندگی مشخص گردید سطوح مختلف تراکم و نرخ تغذیه اثر معنی‌داری بر این پارامتر نداشتند و مرگ و میری در طول دوره آزمایش حادث نشد که این امر می‌تواند ناشی از بهینه بودن شرایط محیطی پرورش باشد. جودون (Jodun, 2004) اظهار کرد تاس‌ماهی آتلانتیک پرورش‌یافته در کمترین تراکم به‌طور معنی‌داری از میانگین وزنی و طولی بیشتری برخوردار بود. نرخ تغذیه بهینه برای لارو تاس‌ماهی سفید ۴۹، ۹۴، ۱۸۰ و ۳۶۶ میلی‌گرمی برای ۴ هفته ابتدایی تغذیه آغازین در دمای ۲۰-۱۹ درجه سانتی‌گراد (از هفته اول تا چهارم) به‌ترتیب معادل ۲۶٪، ۱۳/۱٪ ، ۱۱/۲٪ و ۶/۱٪ وزن بدن در روز گزارش شده است (Deng *et al.*, 2003). گزارش شده غذادهی با نرخ ۳٪ وزن بدن در روز به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش رشد توام با بازماندگی بیشتر در تاس‌ماهی آتلانتیک می‌شود (Jodun, 2004). در مشابهت با نتایج تحقیق ما، بیشترین وزن نهایی و کمترین ضریب تبدیل غذایی در تاس‌ماهی آتلانتیک به‌طور معنی‌داری در کمترین تراکم ذخیره‌سازی صورت گرفت (Szczepkowski *et al.*, 2011). نتایج ریو و همکاران (Riu *et al.*, 2012) نشان داد که نرخ رشد و بازماندگی بچه‌ماهی نورس تاس‌ماهی سفید به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر درصد غذادهی بود. فلاحتکار و همکاران (Falahatkar *et al.*, 2013) غذادهی به میزان ۱٪ وزنی را برای زمستان‌گذرانی و ۳٪ را برای کارگاه‌های تکثیر فیل‌ماهی مناسب دانسته است. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد باتوجه به یکسان بودن نسبی شرایط محیط پرورش، علی‌رغم مصرف غذا در تراکم‌های بالا موجب افزایش رشد ماهیان نگردیده و بدون اینکه جذبی صورت گیرد احتمالاً دفع شده است. در بررسی ما با افزایش اثر متقابل میزان غذادهی و تراکم ذخیره‌سازی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و کارآیی غذا از روند کاهشی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

برخوردار بود که این مسئله ممکن است به شرایط فیزیولوژیک مربوط به متابولیسم هضم به‌علت افزایش ضایعات غذایی، هنگامی که میزان غذادهی بیشتر از میزان سیر شدن باشد برگردد.

در این تحقیق، تراکم و درصد غذایی بر پارامترهای خونی اثر متقابل نداشت ولی فیل‌ماهیانی که در شرایط متراکم و نرخ غذادهی بالاتری پرورش داده شدند میزان هماتوکریت، هموگلوبین و سلول‌های قرمز خونشان در مقایسه با گروهی که در تراکم و نرخ تغذیه پایین‌تری نگهداری شدند افزایش یافته بود. به‌نظر می‌رسد افزایش تراکم و افزایش مقدار غذادهی و متعاقب آن تغییر در پارامترهای کیفی آب یک عامل استرس‌زای محیطی باعث تغییر و در نتیجه افزایش پاسخ ایمنی بدن گشته‌اند. میزان بالای هموگلوبین توانایی تحمل در برابر سطوح کم اکسیژن، شرایط متراکم پرورشی و فعالیت زیاد می‌باشد (Fagbenro *et al*., 1993). برخی محققین ادعا می‌کنند که فاکتورهای محیطی مثل افزایش دی‌اکسیدکربن، آمونیاک، کاهش اکسیژن محلول، افزایش تراکم و کمبودهای تغذیه‌ای می‌توانند در تغییر پارامترهای هماتولوژیک مؤثر باشند. اسعدی و ایمانپور (Asaadi and Imanpour, 2009) گزارش کردند پارامترهای خونی مانند هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول قرمز تفاوت معنی‌داری در تراکم‌های مختلف فیل‌ماهی پرورشی نشان ندادند که با نتایج تحقیق ما مطابقت داشت. در تحقیقی در فیل‌ماهی جوان پرورش‌یافته در تراکم‌های مختلف مشخص شد به استثنای هماتوکریت تفاوت معنی‌داری در سایر پارامترهای خونی مشاهده نشد و نتیجه‌گیری شد که فیل‌ماهیان جوان به شرایط پرورش در تراکم بالا مقاوم هستند (Rafatnezhad *et al*., 2008).

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تراکم و درصد غذادهی اثر قابل توجهی بر کاهش کیفیت آب نظیر افزایش غلظت آمونیاک و کاهش اکسیژن محلول طی مدت پرورش داشت به‌طوری‌که در بالاترین تراکم ذخیره‌سازی (۲ کیلوگرم بر متر مربع) و بیشترین نرخ غذادهی (۳٪ زی‌توده) افت کیفی آب مشاهده گردید. این نتیجه می‌تواند به‌علت افزایش تقاضای اکسیژنی در شرایط تنش‌زا و استرسی در تراکم بیشتر، به‌منظور رفع نیازهای متابولیک ماهی در کنار افت کیفیت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب باشد. افزایش FCR در تراکم‌های بالاتر نشان می‌دهد که کارآیی غذا کاهش یافته، بنابراین احتمال غذای مصرف نشده یا بقایای غذای نیمه‌هضم شده در مخزن منجر به افزایش میزان آمونیاک در تراکم بالاتر و درصد غذادهی بالاتر می‌گردد (Rafatnezhad *et al*., 2008). نتایج یک بررسی بر اثر تراکم تیلاپیا بر کیفیت آب نشان داد که تراکم ماهی و مقدار ورودی غذا روی کیفیت آب اثر معنی‌دار دارند و تراکم ذخیره بالا همراه با تغذیه زیاد می‌تواند سبب ایجاد غلظت‌های بالایی از نیتروژن آمونیاکی و نیتریتی، فسفر و مقادیر پایین اکسیژن محلول در آب مخازن شود (AL-Harbi and Siddiqui, 2000). رفعت نژاد و همکاران (Rafatnezhad *et al*., 2010) گزارش کردند افزایش تراکم از ۱ تا ۸ کیلوگرم در متر مربع منجر به افت کیفی آب پرورش فیل‌ماهی شد که با نتایج تحقیق ما مشابهت داشت. برخلاف یافته ما، تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

تأثیری بر مصرف اکسیژن و تولید آمونیاک در تاس‌ماهی آتلانتیک در دمای ۱۵ درجه نداشته است (Szczepkowski *et al*., 2011). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد افزایش تراکم و به‌دنبال آن افزایش نرخ غذادهی اثر قابل توجهی بر کاهش کیفیت آب محیط پرورش فیل ماهی دارد که این وضعیت بر رشد ماهی بی‌تأثیر نیست. بنابراین تعیین تراکم و نرخ تغذیه بهینه برای کنترل شرایط محیط پرورش می‌تواند در افزایش بازدهی تولید در یک دوره پرورش حائز اهمیت باشد.

منابع

AL-Harbi A.H., Siddiqui A.Q. 2000. Effects of Tilapia stocking densities on fish growth and water quality in tanks. Asian Fisheries Sciences, 13: 391-396.

Asaadi R., Imanpour M. 2009. Effect of different stocking density on growth and some hematological parameters of beluga (*Huso huso*) juvenile. The Conference of the first Caspian sea fisheries resource. Natural Resource and Agricultural Sciences. (In Persian).

Bascinar N., Okumus I., Bascinar N., Saglam H. 2001. The influence of daily feeding frequency on growth and feed consumption of rainbow trout fingerlings (*Oncorhynchus mykiss*) reared at 18.5-22.5 Ċ. The Israeli Journal of aquaculture - Bamidge, 53(2): 80-83.

Brett G.R. 1979. Environmental factors and growth. In: Hoar WS, Randall DJ, Brett JR (Eds.). Fish Physiology. Vol. 8: Bioenergetics and Growth. Academic Press, New York, NY, pp: 599-675.

Borges L.H.M., Calouro A.M., Botelho A.L.M., Silveira M. 2004. Diversity and habitat preference of medium and large-sized mammals in an urban forest fragment of southwestern Amazon Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 104(2): 168-174.

Deng D.F., Koshio S., Yokoyama S., Bai S.C., Shao Q., Cui Y., Hung S.S.O. 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) Larvae. Aquaculture, 217: 589-598.

Fagbenro D., Balogun B., Ibironke N., Fasina F. 1993. Nutritional value of some amphibian meals in diets for *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Journal of Aquaculture, 8(1): 95-101.

Fajfer S., Meyers L., Willman G., Carpenter T., Hansen M. 1999. Growth of juvenile Lake Sturgeon reared in tanks at three densities. North American Journal of Aquaculture, 61: 331-335.

Falahatkar B., Akhavan S.R., Efatpanah I., Meknatkhah B. 2013. Effect of winter feeding and starvation on the growth performance of young-of-year (YOY) great sturgeon, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology, 29: 26-30.

Hosfeld C.D., Hammer J., Handeland S.O., Fivelstad S., Stefansson S.O. 2009. Effects of fish density on growth and smoltification in intensive production of Atlantic salmon (*salmo salar* L.). Journal of Aquaculture, 305: 95-101.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

Hung S.S.O., Conte F.S., Lutes P.B. 1995. Optimum feeding rate of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) yearlings under commercial production conditions. Journal of Applied Aquaculture, 5: 45-51.

Hung S.S.O., Lutes P.B. 1987. Optimum feeding rate of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): at 20 Ċ. Journal of Aquaculture, 65: 307-317.

Hung S.S.O., Lutes P.B., Conte F.S., Storebakken T. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) subyearlings at different feeding rates. Journal of Aquaculture, 80: 147-153.

Hung S.S.O., Lutes P.B., Shqueir A.A., Conte F.S. 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Journal of Aquaculture, 115: 297-303.

Jodun W.A. 2004. Growth and feed conversion of sub-yearling Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) at three feeding rates. Journal of Applied Aquaculture, 15: 141-150.

Kelly J.L., Arnold D.E. 1999. Effects of ration and temperature on growth of age-0 Atlantic sturgeon. North American Journal of Aquaculture, 61: 51-57.

Mohler J.W., King M.K., Farrell P.R. 2000. Growth and survival of first-feeding and fingerling Atlantic Sturgeon under culture conditions. North American Journal of Aquaculture, 62: 174-183.

Mohseni M., Bahmani M., Pourkazemi M., Pourali Fashtami H.R., Arshad A. 2003. Determination of the best feeding ratio in *Huso huso* meat production cultured in fiberglass tanks. Iranian Sceientific Fisheries Journal, 14(4): 165-180.

Mohseni M., Pourali Fashtami H.R., Sajjadi M., Aq Tomaj V. 2007. Determination of the best density in bluga (*Huso huso*). Iranian Sceientific Fisheries Journal, 15(3): 112-121.

Mohseni M., Pourkazemi M., Bahmani M., Falahatkar B., Pourali H.R., Salehpour M. 2006. Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon (*Huso huso*). Journal of Applied Ichthyology, 22: 278-282.

Rafatnezhad S., Falahatkar B., Tolouei Gilani M.H. 2008. Effects of stocking density on hematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. Aquaculture Research, 39: 1506-1513.

Rafatnezhad S., Falahatkar B., Touloei Gilani M., Ebrahimzadeh sheikhani M., Heidari Ghadi Kalaee M. 2010. Effect of different stocking density on water quality and growth parameters (*Huso huso*) in rearing tanks. Journal of Veterinary Medicine (University of Shahid Chamran), 6(4): 29-38.

Riu N.D., Zheng K.K., Lee J.W., Lee S.H., Bai S.C., Moniello G., Hung S.S.O. 2012. Effects of feeding rates on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fries. Aquaculture Nutrition, 18: 290-296.

Rosenthal A. 2000. Status and Prospect of Sturgeon Farming in Europe. Institute for Meereskunde Kiel Dusternbrooker Weg, Federal Republik of Germany, pp: 144-157.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

Rowland S.J., Mifsud C., Nixon M., Boyd P. 2006. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. Aquaculture, 253: 301-308.

Soltani M. 2008. Safetyology Fishes and Cortex Hard. Tehran University Press. 264 P. (In Persian).

Szczepkowski M., Szczepkowska B., Piotrowska I. 2011. Impact of higher stocking density of juvenile Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus* Mitchill, on fish growth, oxygen consumption, and ammonia excretion. Polish Fisheries, 19: 59-67.

Wang N., Hayward R.S., Noltie D.B. 2000. Effect of social interaction on growth of juvenile hybrid sunfish held at two densities. North American Journal of Aquaculture, 62: 161-167.

Weiss D.J., Wardrop K.J. 2010. Schalm's Veterinary Hematology. 6 edition, Wiley-Blackwell. 1232 P.

Yusufpour H. 1998. Nutritional studies in fry and Marketing fish of sturgeon (*Acipencer persicus*), in Iran. Irananian Fisheries Research Institute Report, pp: 68-84. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]