

اثر سه گونه باکتری پروبیوتیکی بر رشد و بقای ناپلی آرتمیا، *Artemia* *fransiscana* در مواجهه با باکتری بیماری‌زای *Vibrio campbellii*

نصراله احمدی فرد^{۱*}، امیر توکمه چی^۲، مسعود مهرابی^۳

۱- استادیار، گروه شیلات و آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

۲- استادیار، گروه میکروبیولوژی، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۱۷

دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۶

*نویسنده مسئول مقاله: N.ahmadifard@urmia.ac.ir

چکیده:

تأثیر ۳ نوع پروبیوتیک (*Bacillus subtilis* و *L. casei* *Lactobacillus plantarum*) بر رشد و بقای ناپلی آرتمیا، *A. fransiscana*، در مواجهه با باکتری بیماری‌زای *Vibrio campbellii* در شرایط نوتوبیوتیک بررسی شد. تعداد ۱۵۶۰ عدد ناپلیوس به‌طور مساوی به ۷۸ لوله فالكون حاوی ۳۰ میلی‌لیتر آب اتوکلاو شده با شوری ۷۰ ppt منتقل شدند. تیمارها شامل یک شاهد (جلبک دونالیا) و ۱۲ تیمار از ۳ باکتری پروبیوتیکی (هرکدام با جایگزینی‌های ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪) با ۶ تکرار بود. در روز ششم میزان بقا، طول ناپلی‌ها و شمارش پرگنه باکتری‌های موجود در بدن ناپلی‌ها بررسی شدند. مواجهه با باکتری *V. campbellii* در روز ششم انجام شد. بیشترین طول ناپلی در تیمار ۲۵٪ باکتری *L. plantarum* و ۷۵٪ جلبک دونالیا مشاهده گردید ($p < 0/05$). بیشترین میزان بقا در ناپلی پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت مواجهه با باکتری *V. campbellii* در تیمار ۱۰۰٪ باکتری *L. plantarum* و کمترین درصد بقا در تیمار ۱۰۰٪ جلبک دونالیا مشاهده شد. نتایج حاصل از شمارش پرگنه باکتری‌ها در روز ششم اختلاف معناداری بین تیمارها نشان داد ($p < 0/05$). بیشترین تعداد پرگنه در تیمارهای ۱۰۰٪ باکتری *B. subtilis* و *L. casei* بود. کمترین تعداد پرگنه باکتری‌ها در تیمارهای ۲۵٪ باکتری *L. plantarum* و *L. casei* ۷۵٪ جلبک دونالیا مشاهده شد. نتایج نشان داد که استفاده از باکتری *L. plantarum* با جایگزینی ۲۵٪ با جلبک دونالیا عملکرد بهتری نسبت به باکتری‌های *L. casei* و *B. subtilis* دارد.

کلید واژگان: پروبیوتیک، *Artemia fransiscana*، باکتری بیماری‌زا، گتوبیوتیک

مقدمه

غذاهای زنده از جمله آرتمیا نقش مهمی در رژیم غذایی لارو ماهیان و سخت پوستان ایفا می کنند (Sorgeloos et al., 1986). به هر حال این غذاها می توانند به عنوان منابع انتقال دهنده بیماری به محیط تفریخگاهی لارو ماهیان و سخت پوستان باشند (Vaseeharan and Ramasamy, 2003). از طرف دیگر جلوگیری از انتقال و گسترش بیماری از طریق ارگانیسم های غذایی از ضروریات آبی پروری است. به همین منظور چندین روش جلوگیری کننده وجود دارد که عملیات های معمول مانند ضد عفونی و همچنین استفاده از مواد شیمیایی و آنتی بیوتیک ها از جمله آنها می باشند (Vadstein, 1997). با این وجود چنین عملیات هایی از زمانی که رواج استفاده از آنها باعث مقاومت باکتریایی در موجودات و محیط مورد نظر شده است، زیاد مورد قبول واقع نشده (Cavalier-Smith, 2003) و حتی در بسیاری از کشورها استفاده از آنها ممنوع شده است (Isolauri et al 2001). به همین دلیل امروزه استفاده از محرک های ایمنی و پروبیوتیک ها نسبت به آنتی بیوتیک ها اهمیت بیشتری دارد.

کاربرد پروبیوتیک ها باید براساس آگاهی از مکانیسم های عمل آنها باشد. بخش مهم از آگاهی این مکانیسم ها جستجو در مورد جزئیات عملکرد متقابل میزبان - میکروب است. یک روش کلیدی برای مطالعه این عملکرد متقابل این است که در ابتدا از نحوه عملکرد میزبان در عدم حضور میکروب آگاه شده و سپس با افزودن یک یا چند میکروب واکنش و عملکرد آنها بررسی شود (تحت شرایط گنتوبیوتیک) (Gordon and Pesti, 1971). آرتمیا موجودی مناسب برای بررسی عملکرد متقابل میزبان - میکروب است و همچنین می توان آرتمیا را به راحتی تحت شرایط گنتوبیوتیک کشت داد (Marques et al., 2004).

علاوه بر آن آرتمیا را می توان تحت شرایط گنتوبیوتیکی مختلف با انواع باکتری های پروبیوتیکی غنی سازی کرد (Verschuere et al., 1999).

از طرف دیگر مکانیسم دفاعی برای مقابله با بیماری های عفونی در بی مهرگانی از قبیل آرتمیا برخلاف مهره داران عمدتاً به پاسخ های ایمنی بستگی دارد و غیر اختصاصی است (Kurtz and Franz, 2003). محرک های ایمنی می تواند برای کاهش استرس، مرگ و میر و حفظ سلامتی موجودات مورد پرورش به کار روند (Raa, 2000). پروبیوتیک ها با تقویت سیستم ایمنی می توانند در کاهش آسیب پذیری بی مهرگان در مقابل عفونت یا بیماری به کار رفته در آزمایش های تحت شرایط پرورش کنترل شده مفید باشند (Marques et al., 2006). همچنین باکتری های پروبیوتیک باسیلوس و لاکتوباسیلوس مانع از رشد باکتری های بیماری زای ویبریو در محیط کشت آرتمیا می شوند (Verschuere et al., 2000). در دنیا از پروبیوتیک ها در شرایط غیر گنتوبیوتیک (Haq et al., 2012; Villamil et al 2003) و گنتوبیوتیک (Marques et al., 2004, 2005, 2006a,b) برای بررسی رشد و کنترل باکتری بیماری زا آرتمیا استفاده شده است، اما در داخل کشور تنها در شرایط غیر گنتوبیوتیک مطالعات محدودی همچون استفاده از پروبیوتیک های پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی (جبارپور ۱۳۹۳) و باکتری های *Bacillus subtilis* و *Bacillus licheniformis* (احمدنای مطلق و همکاران ۱۳۹۱) در بررسی شاخص های رشد و فلور میکروبی آرتمیا استفاده شده و در شرایط گنتوبیوتیک برای بررسی تأثیر پروبیوتیک در مواجهه با باکتری بیماری زا مطالعاتی صورت نگرفته است. از این رو در این تحقیق از ۳ باکتری پروبیوتیکی *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* و *Bacillus subtilis* با درصد های مختلف جایگزینی با

جلبک برای بررسی رشد، میزان بقا و مقاومت آرتمیا در مواجهه با باکتری بیماری‌زای *Vibrio campbellii* استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

شرایط عمومی کشت *Artemiafransiscana*

سیست‌های مورد استفاده ابتدا طبق روش (Sorgeloos, 1986) کپسول‌زدایی شدند. سپس، سیست‌ها کاملاً با آب شیرین اتوکلاو شده در زیر هود لامینار شسته شدند تا جایی که بوی کلر از بین رفت. پس از آن، سیست‌ها به مدت ۳۰ ثانیه در محلول ۰/۱ نرمال HCl قرار داده شدند و با آب شیرین اتوکلاو شده به‌خوبی شسته و در زیر هود لامینار به لوله فالكون ۵۰ میلی‌لیتر استریل که محتوای ۳۵ میلی‌لیتر آب ۳۰ قسمت در هزار بود، اضافه گردید. سپس لوله فالكون‌ها را روی دستگاه روتاتور با سرعت ۴ دور در دقیقه قرار داده و دمای اتاق روی ۲۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پس از ۱۸ تا ۲۰ ساعت سیست‌ها تخم‌گذاری شدند (Sorgeloos, 1986).

شرایط پرورش در لوله‌های فالكون و راه‌اندازی شرایط گنتوبیوتیک

ناپلیوس‌های هیچ شده براساس ویژگی نورگرایی، در قسمت ته لوله‌های فالكون متراکم و با پیپت پاستور استریل ناپلیوس‌ها به پتری دیش استریل منتقل شدند (همراه با مقداری آب). سپس، تعداد ۳۰ عدد ناپلیوس به هر یک از لوله فالكون‌های حاوی ۳۰ میلی‌لیتر آب ۷۰ قسمت در هزار استریل، منتقل شدند. برای حفظ شرایط استریل (گنتوبیوتیک) تمامی عملیات آزمایش زیر هود لامینار انجام شد. لوله فالكون‌ها روی روتاتور با سرعت ۴ دور در دقیقه در شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت

تاریکی و دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (Soltanian et al., 2007).

سویه‌های باکتری‌ها مورد استفاده و نحوه کشت آنها

سه سویه باکتری *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus casei* و *Bacillus subtilis* به‌عنوان باکتری پروبیوتیکی و باکتری *Vibrio campbellii* به‌عنوان باکتری بیماری‌زا برای انجام آزمایش مواجهه استفاده شد. این باکتری‌ها از پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه تهیه گردید. برای کشت باکتری *Bacillus subtilis* و باکتری بیماری‌زای *Vibrio campbellii* از محیط کشت (TSB) Tryptic Soy Broth و برای باکتری‌های *Lactobacillus plantarum* و *Lactobacillus casei* از محیط کشت MRS Broth که محصول شرکت مرکآلمان بود، استفاده شد.

برای حفظ شرایط گنتوبیوتیک کشت سویه‌های باکتری در زیر هود لامینار به‌صورت زیر کشت شدند:

ابتدا محیط‌های کشت آماده شده در ارلن مایرهای ۵۰۰ میلی‌لیتری در داخل اتوکلاو در شرایط استاندارد استریل شدند. پس از سرد شدن این محیط‌ها باکتری مورد نظر به آن معرفی و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور تکان‌دهنده^۱ قرار داده شد تا باکتری‌ها رشد کنند (Soltanian et al., 2007).

تهیه و کشت جلبک *Dunaliellatertiolecta*

استوک اولیه و خالص جلبک آب شور *Dunaliellatertiolecta* از پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه تهیه شد. این جلبک برای اولین بار از کشور بلژیک وارد شده و سویه خالصیود. برای کشت جلبک مورد نظر از شدت نور حدود ۲۰۰۰ لوکس و دمای اتاق (در حدود ۲

1. Shaker incubator

۲. پژوهشکده آرتمیا و آبزیان سابق

± 2.8 درجه سانتی گراد) استفاده گردید. بدین منظور ابتدا به میزان لازم از آب دریاچه فیلتر و سپس با دستگاه اتوکلاو استریل شد و پس از خنک شدن آن با استفاده از آب مقطر به شوری مناسب کشت این نوع جلبک که ۷۰ گرم بر لیتر بود، رسانده شد. از محیط کشت والنه برای کشت جلبک استفاده شد. جلبک کشت شده با کمک سانتریفوژ تغلیظ شد. برای تعیین تراکم جلبک غلیظ شده محلول همگن گردید و سپس یک میلی لیتر از آنرا برداشته و با استفاده از لام ثوبار تراکم جلبکی تخمین زده شد (Sorgeloos, 1986). برای حفظ شرایط گنتیویوتیک تمام دستکاری‌های جلبک در زیر هود لامینار با وسایل استریل شده انجام شد.

وزن سنجی جلبک *Dunaliellatertiolecta*

تعداد سلول‌های جلبک *دونالیا* پس از انجام سانتریفوژ و شمارش با لام ثوبار برابر با $10^6 \times 21/15$ سلول در هر میلی لیتر تعیین شد. سپس مقدار ۵۰ سی سی از آن، ۲ بار با آب مقطر شستشو داده شد و برای وزن سنجی بر روی کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون که از قبل با آن خشک و با ترازوی میکروگرمی توزین شده بود، ریخته شد. برای خشک شدن جلبک ریخته شده بر روی صافی از آن با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. سپس کاغذ صافی به همراه جلبک خشک شده مجدد توزین گردید و داده‌های آن ثبت شد. این عمل ۳ بار تکرار و میانگین آنها به عنوان وزن نهایی استفاده شد (Soltanian et al., 2007).

سنجش و تنظیم تعداد باکتری‌ها

پس از کشت باکتری‌ها برای تعیین تراکم و وزن معادل آن محیط کشت داخل هر ارلن به صورت جداگانه با دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه (rpm) و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد. قسمت رویی سانتریفوژ شده دور ریخته شد و به قسمت زیرین (باکتری‌های ته‌نشین شده) نیز برای شستشو

و جداسازی محیط کشت از باکتری‌ها سرم فیزیولوژی اضافه گردید و به خوبی بهم زده شد و مجدد سانتریفوژ گردید. پس از ۲ بار شستشو با افزودن سرم فیزیولوژی به توده باکتری‌های ته‌نشین شده و بهم زدن، محیط یکنواختی به دست آمد. برای سنجش و تنظیم تراکم باکتری‌ها از اسپکتروفتومتر دیجیتالی استفاده گردید (Toi et al., 2014). برای تعیین تعداد باکتری در هر میلی لیتر، مقدار یک سی سی از هر فالکن به وسیله سمپلر برداشت شد و در ۳ لوله آزمایش به طور جداگانه ریخته شد. ابتدا اسپکتروفتومتر با سرم فیزیولوژی کالیبره گردید و سپس هریک از نمونه‌های باکتری در ۳ تکرار به وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۵۰ نانومتر خوانده شد. عدد به دست آمده در فرمول زیر قرار گرفت که در فرمول زیر Df میزان رقیق‌سازی و OD عدد خوانده شده توسط اسپکتروفتومتر است (Toi et al., 2014).

$$10^8 \times OD \times 12 \times Df = \text{مقدار باکتری در هر میلی لیتر}$$

سپس برای وزن سنجی ۵۰ سی سی از هر کدام از باکتری‌ها سانتریفوژ و بر روی کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون که از قبل با آن خشک و با ترازوی میکروگرمی توزین شده بود، ریخته شد. برای خشک شدن نمونه‌های ریخته شده بر روی صافی از آن با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. سپس کاغذ صافی به همراه نمونه خشک شده مجدد توزین گردید و داده‌های آن ثبت شد. نتایج سنجش تعداد و وزن باکتری‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

نحوه محاسبه میزان غذا

بر اساس جدول ۱ که در آن تراکم در استوک‌های جلبک و باکتری مشخص شده، آنگاه میزان غذا بر اساس روش Coutteau و همکاران (۱۹۹۰) به نسبت‌های مساوی محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت. در این رابطه مبنای

میزان غذای مورد استفاده وزن خشک جلبک دونالیا مد نظر قرار گرفت (Soltanian et al., 2007). براساس این روش میزان غذادهی در روزهای مختلف (از روز ۱ تا هفتم) متفاوت است که بر همین اساس میزان استفاده از باکتری‌های مورد بررسی نیز در روزهای اول تا هفتم متفاوت است.

جدول ۱ تراکم در استوک‌های جلبک و باکتری‌های مورد مطالعه

نوع باکتری یا جلبک	استوک اولیه	تعداد سلول در هر میلی گرم
باکتری <i>Lactobacillus plantarum</i>	$32/5 \times 10^8$	10×10^8
باکتری <i>Lactobacillus casei</i>	$154/5 \times 10^8$	68×10^8
باکتری <i>Bacillus subtilis</i>	$60/5 \times 10^8$	16×10^8
جلبک <i>Dunallieatertiolecta</i>	21×10^6	23×10^6

طرح آزمایش

تیمارهای آزمایشی شامل یک تیمار شاهد (جلبک دونالیا) و ۱۲ تیمار از ۳ باکتری (هر کدام از باکتری‌ها با جایگزینی‌های ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪) که در مجموع ۱۳ تیمار و هر تیمار با ۶ تکرار طرح بندی شد. تغذیه روزانه با تیمارهای مختلف در زیر هود لامینار انجام گرفت. در تمام آزمایش‌ها تیمارهای مختلف با گروه شاهد مقایسه شدند. برای هر تیمار درصد بقا به طور روزانه تعیین شد. به این منظور، تعداد آرتمیاهای زنده و شناور پیش از تغذیه روزانه بدون باز کردن در لوله‌های فالكون (به منظور حفظ شرایط گنوتیوبیوتیک) و با نگه داشتن آنها در برابر نور شمارش شدند. در پایان روز ششم پس از تفریخ، به منظور اندازه گیری طول هر کدام (IL) آرتمیاهای در محلول لوگل تثبیت شدند و پس از قراردادن روی لام توسط لوپ و سپس دستگاه دیجیتایزر اندازه گیری شدند. پس از آن TBP (Total biomass production) (زیتوده کل) (میلی متر در فالكون) طبق فرمول زیر محاسبه شد (Marques et al., 2006).

زیتوده کل (TBP) = تعداد آرتمیاهای زنده در روز ششم × میانگین طول انفرادی

آزمایش مواجهه با باکتری بیماری‌زا

در انتهای روز ششم از تغذیه ناپلی‌های آرتمیاتکراراز هر تیمار با باکتری *Vibrio campbellii* با تراکمی برابر با 5×10^6 cell/ml در هر فالكون مواجهه داده شدند. برای جلوگیری از آلوده شدن با عوامل محیطی اضافه کردن باکتری بیماری‌زا به لوله‌های فالكون در زیر هود لامینار انجام گرفت. تعداد آرتمیای تلف شده در هر تیمار پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از مواجهه شمارش شدند. میزان تلفات به صورت درصد در تیمارهای مختلف با تیمار شاهد مقایسه شد (Marques et al., 2006).

بررسی تثبیت باکتری‌ها در آرتمیا *Artemiafransiscana*

به منظور بررسی تثبیت باکتری‌ها در توده بدنی ناپلی آرتمیاهای تغذیه شده با پروبیوتیک‌های باکتریایی، در انتهای دوره آزمایش به طور تصادفی تعداد ۱۰ عدد ناپلی از هر مخزن نگهداری برداشت شدند. برای رفع باکتری‌های سطح بدن، ابتدا ناپلی‌ها در محلول بنزالکونیوم کلراید ۰/۱ درصد به مدت ۶۰ ثانیه قرار گرفتند (Makridis et al., 2001) و سپس با آب مقطر استریل به طور کامل شستشو شدند. به منظور یکنواخت شدن به هاون چینی استریل منتقل و پس از تهیه هموژن با استفاده از محلول نمکی

نرمال استریل (نمک کلرید سدیم ۰/۸۷ درصد) رقت‌های سریالی در دامنه 10^{-1} تا 10^{-8} تهیه شد. از رقت‌های فوق تحت شرایط استریل، حجم معادل ۱۰۰ میکرولیتر برداشته و به پلیت‌های حاوی محیط‌های کشت Tryptic Soy Broth و MRS Broth منتقل و در سطح آن پخش گردید. پلیت‌های فوق به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور با حرارت 30°C انکوباسیون شده و سرانجام واحدهای کلنی (CFU) شمارش شدند (Peter et al., 1986).

آنالیزهای آماری

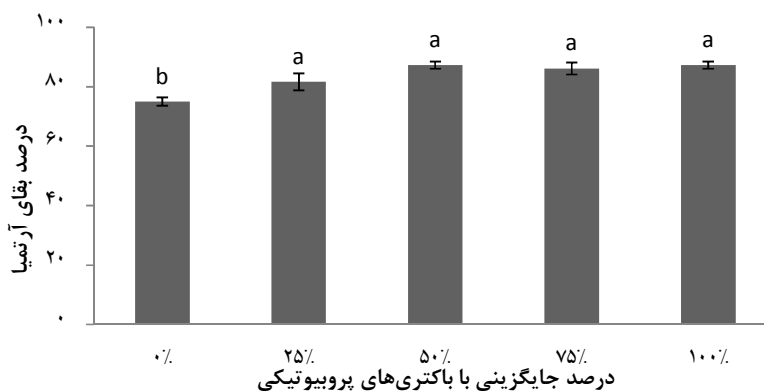
در ابتدا طبیعی بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها به ترتیب با کمک آزمون‌های کولموگراف-اسمیروف و لون بررسی شدند. پس از اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها و برقراری همگنی واریانس‌ها از آنالیز واریانس دو طرفه برای بررسی معناداری و از آزمون توکی برای بررسی اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ استفاده شد. آنالیز

آماري داده‌ها و ترسیم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزار SPSS-21 و اکسل ۲۰۰۷ انجام گردید.

نتایج

درصد بقا پیش از مواجهه با باکتری بیماری‌زا

براساس آنالیز واریانس دو طرفه، اثر نوع باکتری و اثر متقابل آنها بر میزان بقا معنادار نبود، اما اثر غلظت‌های متفاوت باکتری‌ها بر بقا تأثیر معناداری داشت. نتایج تأثیر غلظت باکتری‌ها بر بقا در شکل ۱ آمده است. بین درصد بقای ناپلی *A. fransiscana* در روز ششم و پیش از مواجهه با باکتری بیماری‌زا یوپی‌ریدر تیمار تغذیه شده با باکتری‌های پروبیوتیک و جلبک دونالیا اختلاف معناداری وجود داشت ($p < 0/05$). بیشترین درصد بقا و بازماندگی در تیمارهای مورد تغذیه با باکتری‌ها بود و کمترین درصد بقا در تیمار جلبک خالص (با درصد بقای ۷۵ درصد) مشاهده شد.



شکل ۱ نمودار درصد بقای ناپلی *A. fransiscana* در غلظت‌های متفاوت جایگزینی با باکتری‌های پروبیوتیکی (پیش از مواجهه با باکتری بیماری‌زا) بدون در نظر گرفتن نوع باکتری

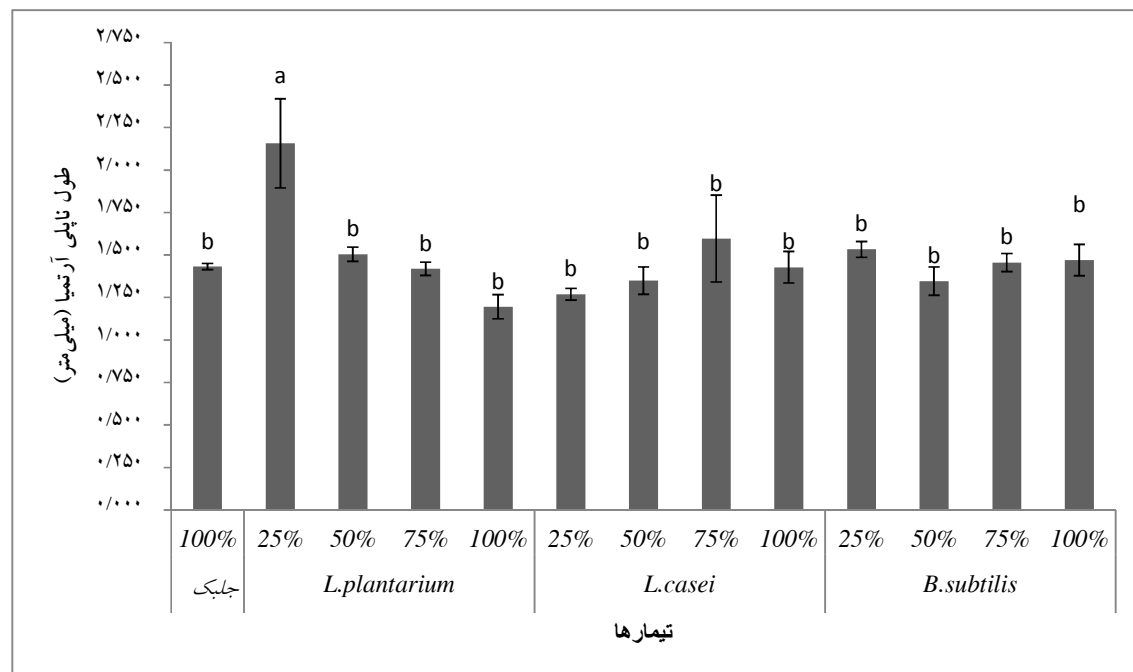
واریانس دو طرفه، اثرهای متقابل بین نوع باکتری و درصد-باکتری‌های پروبیوتیکی تفاوت معناداری در رشد طولی نشان داد ($p < 0/05$). رشد طولی آرتمیای تغذیه شده با

رشد طولی در تیمارها

نتایج آنالیز آماری رشد طولی *A. fransiscana* تغذیه شده با تیمارهای آزمایش، در شکل ۲ آمده است. براساس آنالیز

میلی متر) در تیمار ۲۵ درصد باکتری *L.plantarum* به همراه ۷۵ درصد جلبک دونالیلا و کمترین طول (۱/۲۰ میلی متر) در تیمار تغذیه شده با ۱۰۰ درصد باکتری *L.plantarum* مشاهده شد.

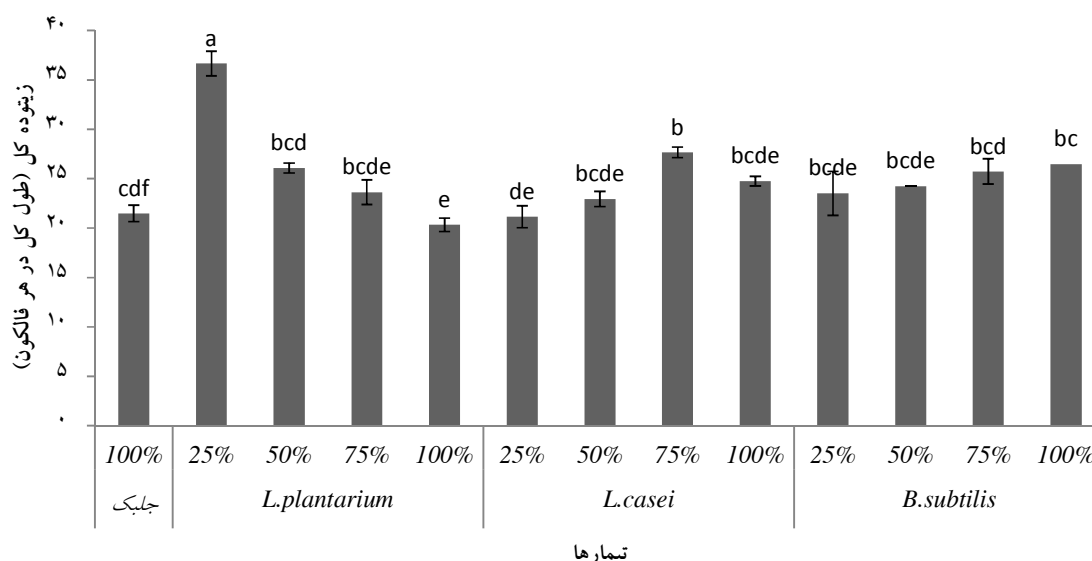
مخلوط جلبک دونالیلا و ۲۵ درصد باکتری *L.plantarum* با سایر تیمارها تفاوت معنادار داشت ($p < 0.05$)، اما تیمار شاهد (۱۰۰ درصد جلبک) با بقیه تیمارها تفاوت معنادار را نشان نداد ($p > 0.05$). بیشترین طول (۲/۱۶)



شکل ۲ نمودار طول کل انفرادی ناپلی *A.fransiscana* تغذیه شده با باکتری های پروبیوتیک و جلبک دونالیلا در تیمارهای مختلف. در محور افقی ۱۳ تیمار که مربوط به ۳ نوع باکتری (هر کدام با ۴ تیمار) و تیمار شاهد (۱۰۰ درصد جلبک) آمده است. درصدها مربوط به میزان جایگزینی با باکتری به جای جلبک به عنوان غذای *A.fransiscana* است.

میلی گرم) در تیمار ۱ با ۲۵ درصد باکتری *L.plantarum* به همراه ۷۵ درصد جلبک دونالیلا و کمترین زیتوده (۲۰/۳۳ میلی گرم) در تیمار با ۱۰۰ درصد باکتری *L.plantarum* یافت شد. تیمار تغذیه شده با ۷۵ درصد *L.casei* و ۲۵ درصد جلبک دونالیلا از نظر زیتوده کلدر رتبه بعدی است (۲۷/۶۷ میلی گرم) که به طور معنا داری ($p < 0.05$) بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۳).

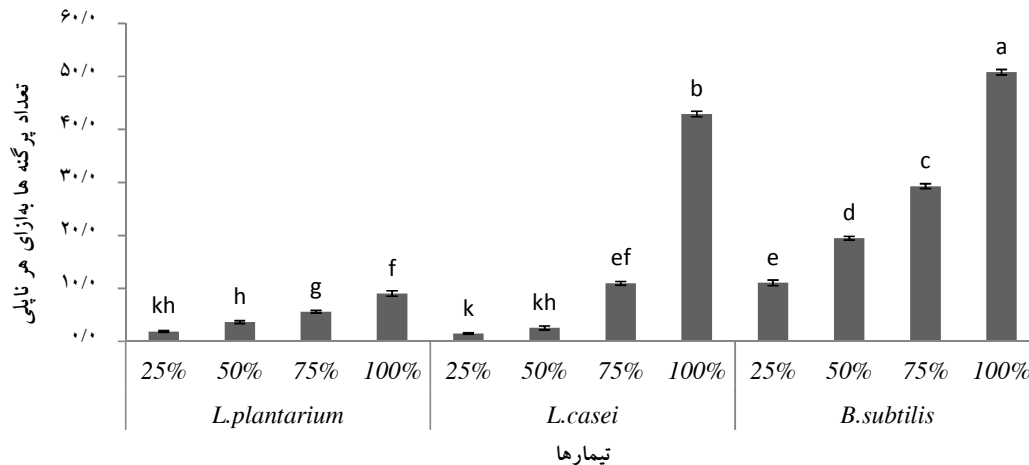
نتایج زیتوده کل با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه در شکل ۳ آمده است. اثرهای متقابل بین نوع باکتری و درصد باکتری های پروبیوتیکی در بین تیمارها تفاوت معناداری نشان داد ($p < 0.05$). زیتوده کل آرتیمیا های تغذیه شده با ۲۵ درصد باکتری *L.plantarum* به همراه ۷۵ درصد جلبک نسبت به بقیه تیمارها به طور معناداری بیشتر بود ($p < 0.05$). بیشترین زیتوده (۳۶/۶۷)



شکل ۳ نمودار زیتوده کل ناپلی *A. fransiscana* تغذیه شده با باکتری‌های پروبیوتیک و جلبک دونالیا در تیمارهای مختلف. در محور افقی ۱۳ تیمار که مربوط به ۳ نوع باکتری (هر کدام با ۴ تیمار) و تیمار شاهد (۱۰۰ درصد جلبک) آمده است. درصدها مربوط به میزان جایگزینی با باکتری به جای جلبک به عنوان غذای *A. fransiscana* است.

ناپلی) بود. تعداد کلونی باکتریایی در آرتمیاهای تغذیه شده با ۱۰۰ درصد باکتری *L. casei* (۶۲/۹ کلونی به ازای هر ناپلی) و ۷۵ درصد *B. subtilis* (۹ کلونی به ازای هر ناپلی) به ترتیب در مرتبه دوم و سوم قرار گرفتند. در تیمارهای ۲۵ درصد جایگزینی کمترین تعداد کلونی‌ها مشاهده شد اما در تیمار ۲۵ درصد جایگزینی *B. subtilis* میزان کلنی‌های تثبیت شده نسبت به ۲ باکتری دیگر به طور معناداری بیشتر بود ($p < 0.05$).

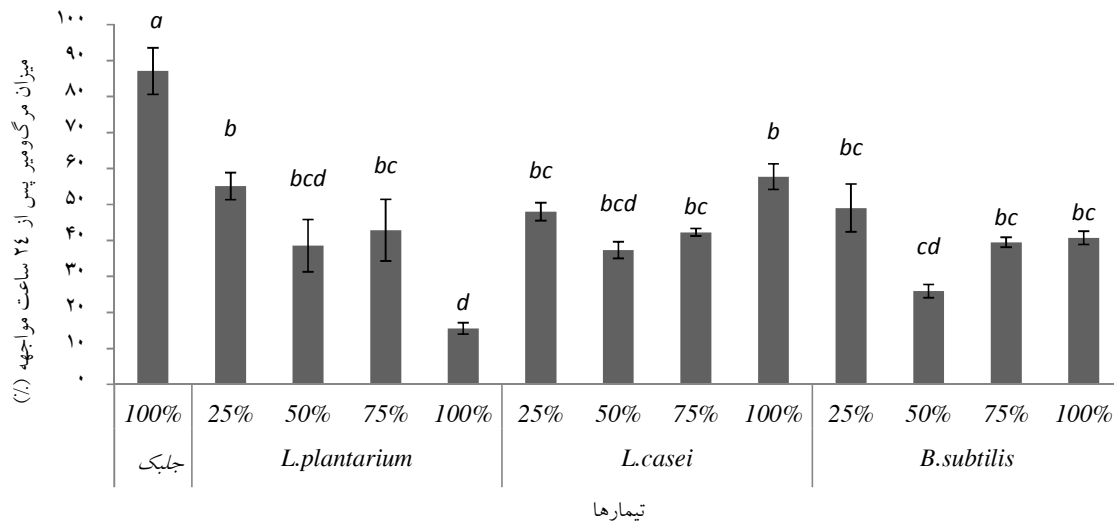
تعداد پرگنه‌های باکتری در تیمارها
نتایج حاصل از شمارش کلونی باکتری‌های مربوط به تیمارهای مورد مطالعه، پس از کشت آرتمیاهای همولیز شده بر روی محیط‌های کشت در شکل ۴ نشان داده شده است. تعداد کلونی باکتریایی در بین ۳ نوع باکتری استفاده شده به عنوان پروبیوتیک، که به صورت درصد بیان شده در بین تیمارها تفاوت معناداری نشان داد ($p < 0.05$). بیشترین تعداد کلونی باکتریایی مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد *B. subtilis* (۵۲/۸ کلونی به ازای هر



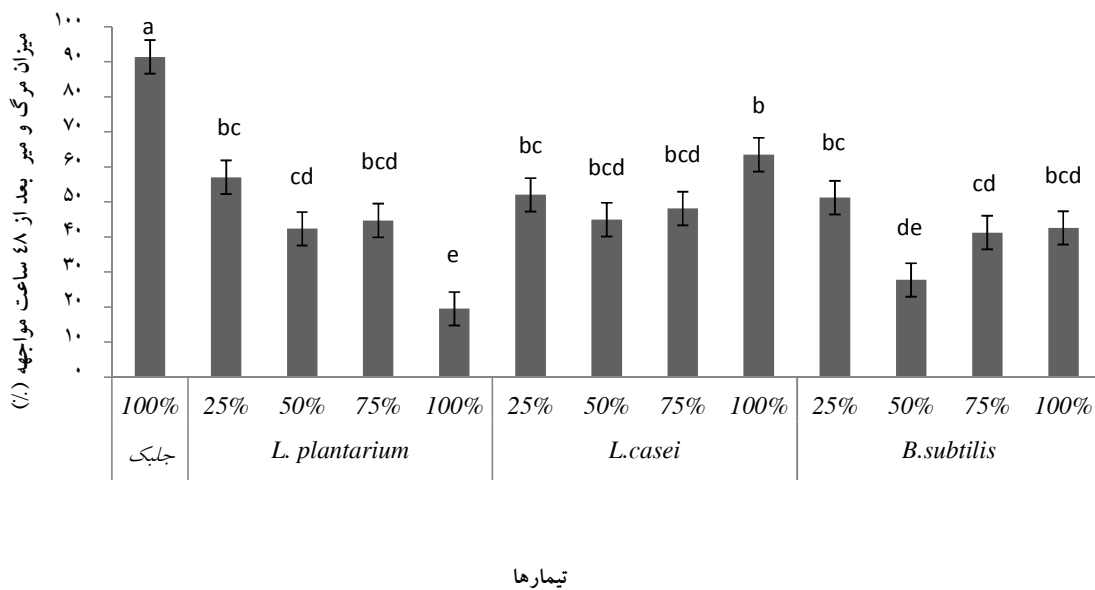
شکل ۴ نمودار مقایسه تعداد پرگنه های تشکیل شده از کشت *A. fransiscana* همولیز شده در تیمارهای مورد آزمایش. در محور افقی ۱۳ تیمار که مربوط به ۳ نوع باکتری (هر کدام با ۴ تیمار) و تیمار شاهد (۱۰۰ درصد جلبک) آمده است. درصدها مربوط به میزان جایگزینی با باکتری به جای جلبک به عنوان غذای *A. fransiscana* است.

رویاری با باکتری *V. campbellii* بیشترین میزان مرگ و میر در آرتمیاهای تغذیه شده با جلبک خالص (جلبک دونالیلا بدون باکتری) (۸۷/۱ درصد) و کمترین میزان مرگ و میر نیز در تیمار تغذیه شده با ۱۰۰ درصد *L. plantarium* (۱۵/۶ درصد) مشاهده گردید.

مواجهه با باکتری بیماری زای *Vibrio campbellii* میزان مرگ و میر ناپلی آرتمیاهای تغذیه شده با تیمارهای مختلف در مواجهه با *V. campbellii* در مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت در شکل های ۵ و ۶ آمده است. براساس نتایج اختلاف معناداری بین میزان مرگ و میر ناپلی ها در تیمارهای مختلف مشاهده شد ($p < 0.05$). پس از ۲۴ ساعت



شکل ۵ نمودار میزان مرگ و میر ناپلی *A. fransiscana* پس از ۲۴ ساعت رویارویی با *V. campbellii* در محور افقی ۱۳ تیمار که مربوط به ۳ نوع باکتری (هر کدام با ۴ تیمار) و تیمار شاهد (۱۰۰ درصد جلبد) آمده است. درصدها مربوط به میزان جایگزینی با باکتری به جای جلبد به عنوان غذای *A. fransiscana* است.



شکل ۶ نمودار میزان مرگ و میر در ناپلی *A. fransiscana* پس از ۴۸ ساعت رویارویی با *V. campbellii* در محور افقی ۱۳ تیمار که مربوط به ۳ نوع باکتری (هر کدام با ۴ تیمار) و تیمار شاهد (۱۰۰ درصد جلبد) آمده است. درصدها مربوط به میزان جایگزینی با باکتری به جای جلبد به عنوان غذای *A. fransiscana* است.

با افزایش مدت زمان (۴۸ ساعت) مواجهه با باکتری بیماری‌زا میزان مرگ‌ومیر افزایش یافت، اما روند مرگ‌ومیر در تیمارها همانند مدت زمان ۲۴ ساعت بود. بیشترین میزان مرگ‌ومیر (۹۱/۴ درصد) پس از ۴۸ ساعت رویارویی با باکتری *V. campbellii* در تیمار تغذیه شده با جلبک خالص (جلبک دونالیا بدون باکتری) و کمترین میزان مرگ‌ومیر (۱۹/۵۳ درصد) نیز در تیمار تغذیه شده با ۱۰۰ درصد *L. plantarum* مشاهده شد. میزان مرگ‌ومیر در تیمار ۱۰۰ درصد باکتری *L. casei* در رتبه دوم قرار گرفت، اما به‌طور معناداری نسبت به تیمار شاهد کمتر بود ($p < 0/05$).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که باکتری‌های پروبیوتیکی باعث کاهش تلفات و افزایش بقا در تیمارهای آزمایشی شده که اختلاف معناداری با تیمار شاهد داشت، اما بین تیمارهای تغذیه شده با انواع باکتری‌ها و غلظت‌های مختلف آنها تفاوت معناداری مشاهده نشد. ناپلی آرتمیا به‌عنوان یک موجود زنده در پرورش لاروی آبزیان استفاده می‌شود و برای غنی‌شدن با پروبیوتیک‌ها و انتقال آن به لاروهای ماهی پتانسیل خوبی دارد (Patra and Mohamed, 2003). افزودن باکتری‌های پروبیوتیکی با تأثیر مثبت بر کیفیت ذرات غذایی باعث بهبود نرخ رشد، بقا و افزایشیوماس ناپلی‌های آرتمیای می‌شوند (Verschuere et al., 1999). باکتری‌های پروبیوتیک زمانی که به‌عنوان مکمل غذایی به‌کار می‌روند، باعث افزایش نرخ رشد و بقا در بسیاری از آبزیان می‌شوند (Ziaei-Nejad et al., 2006; Ziemer and Gibson, 1998). براساس تحقیق حاضر تأثیر قابل توجه پروبیوتیک‌ها در نرخ رشد و بازماندگی کل احتمالاً می‌تواند به‌دلیل عملکردهای مختلف پروبیوتیک در بدن آرتمیا از جمله دخالت در عمل هضم به‌وسیله تولید

آنزیم‌های خارج سلولی (Arellano-Carbajal and Olmos, 2002)، تولید ویتامین‌ها و تجزیه ترکیبات غیرقابل هضم (Irianto and Austin, 2002)، تولید ترکیبات ضدباکتریایی (Verschuere et al., 2000) و کاهش سوبسترای موجود برای سایر جمعیت‌های باکتریایی (Fooks and Gibson, 2002) باشد. باکتری‌ها نسبت به جلبک‌ها برای تغذیه آرتمیا انرژی بالایی ندارند و میزان جذب نیتروژن در آرتمیا در هنگام تغذیه با جلبک‌ها بسیار بالاتر از تغذیه با باکتری‌هاست، اما در زمان تغذیه آرتمیا از باکتری به‌همراه جلبک جذب نیتروژن سریع‌تر صورت می‌گیرد (Moore and Jaeckle, 2010). تحقیق حاضر نیز نشان داد زمانی که از ۲۵ درصد باکتری لاکتوباسیل پلانتاروم به همراه جلبک دونالیا استفاده شود، میزان رشد نسبت به سایر حالت‌ها افزایش می‌یابد. استفاده از باکتری ۱۰۰ درصد نتایج مشابهی با جلبک ۱۰۰ درصد از نظر رشد طولی انفرادی ایجاد کرد که این نتایج مخالف نظر Berges و Falkowski (۱۹۹۶) است. Berges و Falkowski (۱۹۹۶) گزارش کردند که جلبک *D. tertiolecta* دارای آنزیم پروتئاز در سلول‌های خود است. هنگامی که این آنزیم با آنزیم‌های ترشحی خود آرتمیا مخلوط می‌شود به شکستن ساختار سلولی باکتری کمک کرده و باعث جذب بهتر باکتری‌ها می‌شود. همچنین حضور جلبک‌ها باعث تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی در روده آرتمیا می‌شود. همچنین مطالعات نشان داد که فعالیت آنزیم‌ال-تریپسین در آرتمیای تغذیه شده با مخلوط جلبک و باکتری بیشتر از ترشح آنزیم در آرتمیای تغذیه شده با باکتری‌ها به‌تنهایی بود (Moore and Jaeckle, 2010). Marques و همکاران (۲۰۰۴) و Soltanian و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک مخمر باعث افزایش زیتوده کل در ناپلی‌های آرتمیا می‌شود.

کردند و نتایج نشان داد که سویه PB61 کارایی بیشتری دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ناپلی آرمیا در غنی شدن با گونه‌ها و مخلوط‌های باکتریایی مختلف، رفتارهای متفاوتی از خود بروز می‌دهد که به قدرت کلونی شدن متفاوت باکتری‌های مختلف در بدن ناپلی آرمیا مربوط است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

باکتری‌های جنس ویبریو عامل مرگ‌ومیر بسیاری از ماهیان دریایی هستند (Horne et al., 1977; Toranzo et al., 1993). ویریوهابه‌عنوان عامل بیماری‌زای ماهیان توربوت (Austin et al., 1993; Austin and Nordström, 1990)، سیم دریایی (*Sparus aurata*) (Balebona et al., 1998) و هامور (*Epinephelus malabaricus*) (Lee, 1995) تعریف شده است. این باکتری‌ها همچنین به‌عنوان باکتری فرصت‌طلب در ماهی کفال (*Mugil cephalus* L.) (Burke, 1981) and Rodgers, 1981) و سیم دریایی قرمز (*Pagrus major*) (Muroga et al., 1987) گزارش شده است. همچنین این باکتری جزء میکروفلور روده‌ای چندین گونه از ماهیان دریایی است (Grisez et al., 1997). دستکاری بار باکتریایی روتیفر و آرمیا که به‌عنوان غذای آبزیان به‌کار می‌روند، می‌تواند عاملی برای بقا و رشد لاروها باشد (Robertson et al., 2000). Villamil و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که استفاده از *L. casei* و *L. brevis* می‌تواند باعث کاهش *V. alginolyticus* در آرمیای پرورشی شود. در طی متابولیسم باکتری‌های پروبیوتیکی مواد خارج سلولی از جمله اسید لاکتیک (Alakomi et al., 2000)، اسیدهای آلی (Midolo et al., 1995)، پراکسید هیدروژن، دی اکسیدکربن و باکتریوسین (Naidu et al., 1999) تولید می‌کنند که باعث کاهش رشد باکتری‌های بیماری‌زا می‌شود. باکتریوسین‌ها پلی پپتیدهای هستند که علیه باکتری‌ها و میکروب‌های گرم مثبت فعالیت

میزان غنی‌شدن ناپلی آرمیا فرانسیسکانا باهریک از مخلوط‌های باکتریایی به‌کاررفته در این آزمایش با یکدیگر متفاوت بود. تحقیقات متفاوتی در ارتباط با تغییر جمعیت میکروبی آرمیا صورت گرفته که هدف آنها بهینه‌سازی جمعیت باکتریایی ناپلی آرمیا به‌منظور ارتقای درصد بقا و ارزش غذایی ناپلی، کنترل باکتری‌های بیماری‌زا و جلوگیری از انتقال آنها به لاروهای آبزیان بوده است (Verschuere et al., 2000). نتایج شمارش پرگنه‌های تحقیق حاضر نشان داد که گونه‌های باکتریایی پروبیوتیکی به‌طور موفقیت‌آمیزی به درون بدن ناپلی آرمیا الحاق شدند ولی غلظت باکتری‌های تجمع یافته در آرمیا به نوع سویه‌های باکتریایی بستگی داشت به‌طوری‌که باکتری *B. subtilis* نسبت به دو گونه دیگر به‌طور مؤثرتری به‌وسیله ناپلی آرمیا خورده شده و در آن تجمع پیدا کرده است. بیشترین کلونی باکتریایی در بین تیمارها در تیمار ۱۰۰ درصد *B. subtilis* معادل ۵۲/۸ کلونی به‌ازای هر ناپلی مشاهده شد. در تحقیق مشابهی غنی‌سازی ناپلی آرمیا با دوسویه ویبریو الگوهای متفاوتی را نشان داد (Gomez-Gil et al., 1998)، به‌طوری‌که یکی از باکتری‌های الحاقی ابتدا افزایش و سپس ناگهان کاهش یافت و دوباره تا ۲۴ ساعت افزایش شدیدی در سطوح باکتری در ناپلی رخ داد. اما در گونه دیگری در ابتدا افزایش تجمع باکتری در ناپلی رخ داد ولی پس از آن تا ۲۴ ساعت از مقدار سطوح باکتری‌های الحاقی کاسته شد. Jafarian و همکاران (۲۰۰۵) با غنی‌سازی ناپلی آرمیا ارومیانبا با سویه‌های مختلف باکتریایی نشان دادند که مخلوط باکتریایی آکو-۱ که شامل *Bacillus subtilis*، *Bacillus licheniformis* و *Bacillus polymyxa* بود، بهترین نتیجه در غنی‌سازی را داشت. Makridis و همکاران (۲۰۰۱) از ۲ سویه PB61 و PB11 ویبریو برای غنی‌سازی *A. fransiscana* استفاده

می‌کنند (Galvin et al., 1999)، هرچند بعضی از لاکتوباسیلوس‌ها علیه باکتری‌های گرم منفی از جمله *V. anguillarum* و *V. salmonicida* و *Proteus vulgaris* فعالیت می‌کنند (Ringø and Gatesoupe, 1998). اسید ضعیف (اسیدلاکتیک) تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک باعثور از غشای میکروارگانیسم‌ها سبب خروج یون هیدروژن (H^+) و تضعیف شدن سلول و در نهایت تولید باکتریوسین و مواد باکتری کش در سلول می‌شود (Nykänen et al., 1998). از دیگر مکانیسم‌هایی که باعث کاهش باکتری‌های بیماری‌زا توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌شود می‌توان به رقابت بر سر مواد مغذی، انرژی در دسترس و محل مناسب برای نشستن اشاره کرد (Verschuere et al., 2000). مطالعات زیادی درباره تأثیر باکتری‌های پروبیوتیک بر روی ایجاد محدودیت رشد باکتری‌های بیماری‌زا و همچنین مقاومت در برابر *V. campbellii* انجام شده است (Defoirdt, 2014; Liu et al., 2010; Okumura, 2007). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که باکتری‌های پروبیوتیک باعث ارتقای درصد بقای ناپلی آرتمیا در زمان مواجهه با باکتری بیماری‌زا *V. campbellii* می‌شود. Marques و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که استفاده از ریز جلبک‌ها به همراه باکتری‌های پروبیوتیک تأثیر مثبتی بر روی بقای آرتمیا در زمان مواجهه با *V. campbellii* دارد. چندین نظریه برای توضیح عملکرد بهتر این باکتری‌ها ارائه شده است که شامل موارد زیر است: ۱- آزادسازی مقدار اضافی از مواد مغذی (Marques et al., 2005)، ۲- فعالیت آنزیمی باکتریایی که باعث افزایش قابلیت هضم در آرتمیا می‌شود (Verschuere et al., 1999)، ۳- تبدیل مواد غیرقابل دسترس به مواد مغذی قابل دسترس برای آرتمیا (بازیافت مواد مغذی) و بهبود کیفیت آب از این طریق (Verschuere

et al., 2000)، ۴- حذف مواد سمی که می‌توانند بر روی رشد و بقای آرتمیا تأثیر بگذارند (Verschuere et al., 1999) و ۵- تحریک سیستم ایمنی آرتمیا که باعث مقاومت در برابر بیماری‌ها می‌شود (Marques et al., 2006). در نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که در تحقیق حاضر در تیمارهای حاوی پروبیوتیک نسبت به تیمار شاهد رشد و بقای بیشتری مشاهده شده است. همچنین پروبیوتیک‌ها توانستند تأثیر بهینه بر مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا نشان دهند. از این رو براساس این نتایج استفاده از پروبیوتیک‌های باکتریایی برای غنی‌سازی و تغذیه آرتمیا فرانسسکانا توصیه می‌گردد.

منابع:

- Ahmadnia Motlagh, H. R., Farhangi, M., Rafiee, G., Noori, F. 2013. Effects of Different Level Administration of *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* on growth performance and survival rate of *Artemia urmiana*. *Journal of fisheries*. 65: 353-364 (Abstract in english)
- Alakomi, H. L., Skyttä, E., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T., Latva-Kala, K., Helander, I. 2000. Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. *Applied and environmental microbiology*. 66: 2001-2005.
- Arellano-Carbajal, F., Olmos-Soto, J. 2002. Thermostable α -1-4 and α -1, 6-glucosidase enzymes from *Bacillus sp.* isolated from a marine environment. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 18: 791-795.
- Austin, B., Stobie, M., Robertson, P., Glass, H., Stark, J., Mudarris, M. 1993. *Vibrio alginolyticus*: the cause of gill disease leading to progressive low-level mortalities among juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* L., in a Scottish aquarium. *Journal of Fish Diseases*. 16: 277-280.
- Austin, S., Nordström, K. 1990. Partition-mediated incompatibility of bacterial plasmids. *Cell*. 60: 351-354.

- Grisez, L., Reyniers, J., Verdonck, L., Swings, J., Ollevier, F. 1997. Dominant intestinal microflora of sea bream and sea bass larvae, from two hatcheries, during larval development. *Aquaculture*. 155: 387-399.
- Haq, M., Vijayasanthi, P., Vignesh, R., Shalini, R., Chakraborty, S., Rajaram, R., 2012. Effect of Probiotics against Marine Pathogenic Bacteria on *Artemia franciscana* *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2 : 38-43
- Horne, M., Richards, R., Roberts, R., Smith, P. 1977. Peracute vibriosis in juvenile turbot *Scophthalmus maximus*. *Journal of Fish Biology*. 11: 355-361.
- Irianto, A., Austin, B. 2002. Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*. 25: 633-642.
- Isolauri, E., Sütas, Y., Kankaanpää, P., Arvilommi, H., Salminen, S. 2001. Probiotics: effects on immunity. *The American journal of clinical nutrition*. 73: 444-450.
- Jabari, sh. 2014. The effect of probiotics *Pediococcus acidilactici* on growth performance, gut microbiota and production of cysts *Artemia franciscana*. M.s.c thesis. Gorgan university. 95 pp (In Persian)
- Jafarian, H. Azaritakami, Gh. Kamali, A. Soltani, M. Habibi-rezaee, M. 2005. Enrichment of *Artemia* Urmiana with mix of five species of *Bacillus* permeabilizes Gram-positive probiotics. *Journal of Iranian Marine science*. 4(1-2):11-21 (In persian)
- Kurtz, J., Franz, K. 2003. Innate defence: evidence for memory in invertebrate immunity. *Nature*. 425: 37-38.
- Lee, K.-K. 1995. Pathogenesis studies on *Vibrio alginolyticus* in the grouper, *Epinephelus malabaricus*, Bloch et Schneider. *Microbial Pathogenesis*. 19: 39-48.
- Liu, K.-F., Chiu, C.-H., Shiu, Y.-L., Cheng, W., Liu, C.-H. 2010. Effects of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, on the survival, development, stress tolerance, and immune status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* larvae. *Fish & Shellfish Immunology*. 28: 837-844.
- Balebona, M.C., Andreu, M.J., Bordas, M.A., Zorrilla, I., Morínigo, M.A., Borrego, J.J. 1998. Pathogenicity of *Vibrio alginolyticus* for Cultured Gilt-Head Sea Bream (*Sparus aurata* L.). *Applied and environmental microbiology*, 4275-4269: 64
- Berges, J.A., Falkowski, P.G. 1996. Cell-Associated proteolytic enzymes from marine phytoplankton 1. *Journal of phycology*. 32: 566-574.
- Burke, J., Rodgers, L. 1981. Identification of pathogenic bacteria associated with the occurrence of 'red spot' in sea mullet, *Mugil cephalus* L., in south-eastern Queensland. *Journal of fish diseases*. 4: 153-159.
- Cavalier-Smith, T. 2003. Protist phylogeny and the high-level classification of Protozoa. *European Journal of Protistology*. 39: 338-348.
- Coutteau, P., Lavens, P., Sorgeloos, P. 1990. Baker's yeast as a potential substitute for live algae in aquaculture diets: *Artemia* as a case study. *Journal of the World Aquaculture Society*. 21: 1-9.
- Defoirdt, T. 2014. Virulence mechanisms of bacterial aquaculture pathogens and antivirulence therapy for aquaculture. *Reviews in Aquaculture*. 6: 100-114.
- Fooks, L., Gibson, G. 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition*. 88: 39-49.
- Galvin, M., Hill, C., Ross, R. 1999. Lactacin 3147 displays activity in buffer against Gram-positive bacterial pathogens which appear insensitive in standard plate assays. *Letters in applied microbiology*. 28: 355-358.
- Gomez-Gil, B., Herrera-Vega, M.A., Abreu-Grobois, F.A., Roque, A. 1998. Bioencapsulation of Two Different *Vibrio* Species in Nauplii of the Brine Shrimp (*Artemia franciscana*). *Applied and environmental microbiology*. 64: 2318-2322.
- Gordon, H., Pesti, L., 1971. The gnotobiotic animal as a tool in the study of host microbial relationships. *Bacteriological reviews*. 35: 390-429.

- Nykänen, A., Vesanen, S., Kallio, H. 1998. Synergistic antimicrobial effect of nisin whey permeate and lactic acid on microbes isolated from fish. *Letters in applied microbiology*. 27: 345-348.
- Okumura, T. 2007. Effects of lipopolysaccharide on gene expression of antimicrobial peptides (*Penaeidins and crustin*), serine proteinase and prophenoloxidase in haemocytes of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & shellfish immunology*. 22: 68-76.
- Patra, S., Mohamed, K. 2003. Enrichment of *Artemia* nauplii with the probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* and its resistance against a pathogenic *Vibrio*. *Aquaculture International*. 11: 505-514.
- Raa, J. 2000. The use of immune-stimulants in fish and shellfish feeds. *Avances en nutrición acuicola v. memorias del V simposium internacional de nutrición acuicola*. 19: 22-35.
- Ringø, E., Gatesoupe, F.J. 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquaculture*. 160: 177-203.
- Robertson, P., O'Dowd, C., Burrells, C., Williams, P., Austin, B. 2000. Use of *Carnobacterium* sp. as a probiotic for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Aquaculture*. 185: 235-243.
- Soltanian, S., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P. 2007. Influence of different yeast cell-wall mutants on performance and protection against pathogenic bacteria (*Vibrio campbellii*) in gnotobiotically-grown *Artemia*. *Fish & shellfish immunology*. 23: 141-153.
- Sorgeloos, P. 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture, *Artemia* Ref. State univ. Ghent, Belgium. 319p.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Léger, P., Tackaert, W., Versichele, D., 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. *Artemia* Reference Center. Faculty of Agriculture, State University of Ghent, Belgium. 318 pp
- Toi, H.T., Boeckx, P., Sorgeloos, P., Bossier, P., Van Stappen, G. 2014. Co-feeding of microalgae
- Makridis, P., Bergh, Ø., Skjermo, J., Vadstein, O. 2001. Addition of bacteria bioencapsulated in *Artemia* metanauplii to a rearing system for halibut larvae. *Aquaculture International*. 9: 225-235.
- Marques, A., Dinh, T., Ioakeimidis, C., Huys, G., Swings, J., Verstraete, W., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P. 2005. Effects of bacteria on *Artemia franciscana* cultured in different gnotobiotic environments. *Applied and environmental microbiology*. 71: 4307-4317.
- Marques, A., François, J.-M., Dhont, J., Bossier, P., Sorgeloos, P., 2004. Influence of yeast quality on performance of gnotobiotically grown *Artemia*. *Journal of experimental marine biology and ecology*. 310: 247-264.
- Marques, A., Thanh, T.H., Sorgeloos, P., Bossier, P. 2006a. Use of microalgae and bacteria to enhance protection of gnotobiotic *Artemia* against different pathogens. *Aquaculture*. 258: 116-126.
- Marques, A., Thanh, T.H., Verstraete, W., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P., 2006b. Use of selected bacteria and yeast to protect gnotobiotic *Artemia* against different pathogens. *Journal of experimental marine biology and ecology*. 334: 20-30.
- Midolo, P., Lambert, J., Hull, R., Luo, F., Grayson, M. 1995. In vitro inhibition of *Helicobacter pylori* NCTC 11637 by organic acids and lactic acid bacteria. *Journal of Applied Bacteriology*. 79: 475-479.
- Moore, K., Jaekle, W. 2010. Bacteria not an energetically favorable food source for *Artemia salina* larvae. In: Twenty-First Annual Illinois Wesleyan University John Wesley Powell Student Research Conference.
- Muroga, K., Higashi, M., Keitoku, H. 1987. The isolation of intestinal microflora of farmed red seabream (*Pagrus major*) and black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*) at larval and juvenile stages. *Aquaculture*. 65: 79-88.
- Naidu, A., Bidlack, W., Clemens, R. 1999. Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). *Critical reviews in food science and nutrition*. 39: 13-126.

Strains. *Applied and environmental microbiology*. 65: 2527-2533.

Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., Verstraete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and molecular biology reviews*. 64: 655-671.

Villamil, L., Figueras, A., Planas, M., Novoa, B. 2003. Control of *Vibrio alginolyticus* in Artemia culture by treatment with bacterial probiotics. *Aquaculture*. 219: 43-56.

Ziaei-Nejad, S., Rezaei, M.H., Takami, G.A., Lovett, D.L., Mirvaghefi, A.-R., Shakouri, M. 2006. The effect of *Bacillus spp.* bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture*. 252: 516-524.

Ziemer, C.J., Gibson, G.R. 1998. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *International Dairy Journal*. 8: 473-479.

and bacteria may result in increased N assimilation in Artemia as compared to mono-diets, as demonstrated by a ¹⁵N isotope uptake laboratory study. *Aquaculture*. 422: 109-114.

Toranzo, A., Novoa, B., Romalde, J., Núñez, S., Devesa, S., Marino, E., Silva, R., Martínez, E., Figueras, A., Barja, J. 1993. Microflora associated with healthy and diseased turbot (*Scophthalmus maximus*) from three farms in northwest Spain. *Aquaculture*. 114: 189-202.

Vadstein, O. 1997. The use of immunostimulation in marine larviculture: possibilities and challenges. *Aquaculture*. 155: 401-417.

Vaseeharan, B., Ramasamy, P., 2003. Abundance of potentially pathogenic micro-organisms in *Penaeus monodon* larvae rearing systems in India. *Microbiological research*. 158 (4), 299-308.

Verschuere, L., Rombaut, G., Huys, G., Dhont, J., Sorgeloos, P., Verstraete, W. 1999. Microbial Control of the Culture of Artemia Juveniles through Preemptive Colonization by Selected Bacterial

Effect of three probiotics (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei* and *Bacillus subtilis*) on growth and survival of *Artemia franciscana* nauplii against pathogenic bacteria, *Vibrio campbellii*, in gnotobiotic condition

Nasrollah Ahmadifard^{1*}, Amir Tockmechi², Masoud Mehrabi³

1- Assistant Professor, Department of Fisheries and Aquaculture, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

2- Assistant Professor, Department of Microbiology, Urmia Lake Research Institute, Urmia University, Iran

3- M.Sc. Student, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

Received : 27/06/2015 Accepted : 08/12/2015

*Corresponding author: N.ahmadifard@urmia.ac.ir

Abstract:

The effect of three probiotics (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei* and *Bacillus subtilis*) on growth and survival of artemia against a pathogenic bacteria, *Vibrio campbellii*, in gnotobiotic conditions were investigated. A total of 1560 nauplii were equally transferred to 78 falcon tube containing 30 ml of autoclaved sea water with 70 ppt salinity. Treatments consisted of a control (alga, *Dunaliella tertiolecta*) and 12 treatments of 3 bacteria (each with 25%, 50%, 75%, and 100% replacement) and each treatment was done in 6 replicates. On the sixth day, survival rate, length and the number of bacterial colonies in the nauplius were studied. Also, in this day the nauplius was challenged with the pathogenic bacteria, *V. campbellii*. The maximum length of the nauplius was observed in the group supplied with 25% *L. plantarum* and 75% of alga ($P<0.05$). The results of bacterial colonies showed significant differences between groups ($P<0.05$). The highest and lowest number of colony were shown in groups supplied with 100% *B. subtilis* and 25 % *L. casei*, respectively. Based on challenge results, after 24 and 48 h of challenging with the pathogenic bacteria, the groups supplied with 100% *L. plantarum* showed the highest survival rate and the lowest survival was in group fed with 100% alga. In conclusion, the use of 25% *L. plantarum* combined with algae showed a better performance than the *L. casei* and *B. subtilis*.

Keywords: Probiotics, *Artemiafransiscana*, *Vibrio campbellii*, Gnotobiotic