

## مطالعه پارامترهای رشد و بیوماس گیاه آبی *Ceratophyllum demersum* و فرشته ماهی (*Pterophyllum scalare*) تحت تاثیر لامپ فلوروسنت خطی (LFL)

- احسان اسدی شریف\*: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی: ۱۱۴۴
- زهره رمضانپور: گروه اکولوژی، موسسه تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت، صندوق پستی: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵
- جاوید ایمانپورنمین: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی: ۱۱۴۴

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

### چکیده

در این تحقیق عملکرد شارهای نوری مدل‌های مختلف لامپ‌های فلوروسنت خطی بر افزایش بیوماس گیاه آبی *Ceratophyllum demersum* و رشد فرشته ماهی (*Pterophyllum scalare*) بررسی شد. بدین منظور از لامپ‌های فلوروسنت مدل T۸، T۵، T۴ و یک گروه شاهد (بدون استفاده از لامپ)، در سه تکرار و به مدت ۸ هفته استفاده گردید. با به کارگیری لامپ فلوروسنت مدل T۵ علاوه بر افزایش بیوماس گیاه *C. demersum*، پارامترهای رشد مانند وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، بازدهی ضریب تبدیل غذایی و درصد بقا در ماهی *P. scalare* نیز بهبود یافته و با سایر تیمارها به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0/05$ ). تیمار شاهد (فاقد لامپ) و تیمارهای لامپ‌های فلوروسنت T۴ و T۸ تاثیر چندانی در افزایش بیوماس و رشد ماهی *P. Scalare* نشان ندادند ( $P > 0/05$ ). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از لامپ فلوروسنت مدل T۵ منجر به افزایش بیوماس گیاه آبی *C. demersum* و بازماندگی و رشد *P. scalare* گردید.

**کلمات کلیدی:** لامپ فلوروسنت، *Pterophyllum scalare*، *Ceratophyllum demersum*، رشد، بیوماس



## مقدمه

در آکواریوم مقرون به صرفه نیستند. یکی از مهم ترین پارامترهای سنجش نوردهی یک لامپ شار نوری می باشد. شار نوری کل توان نوری از یک منبع نور است که در جهات مختلف منتشر می گردد و واحد آن لومن می باشد. لوکس (lux) یکای شدت روشنایی در واحد SI است که به صورت شارنوری بر واحد سطح تعریف می شود.

فرشته ماهی (آنجل) *Pterophyllum scalare* یکی از گونه های با ارزش زینتی می باشد که بومی آمریکای جنوبی است (امینی، ۱۳۸۵). این ماهی متعلق به خانواده Cichlidae و جنس *Pterophyllum* می باشد (Pronek و همکاران، ۱۹۷۲). در حال حاضر این گونه در سرتاسر دنیا به صورت گسترده ای تکثیر و پرورش داده می شود. در شرایط طبیعی این ماهی ها در آب هایی که جریان آهسته دارند، زندگی می کنند. رژیم غذایی فرشته ماهی همه چیز خواری است. بیش تر فرشته ماهی ها را می توان با استفاده از جیره های دست ساز در شرایط مناسب نگهداری نمود (حیدری، ۱۳۹۲). در هنگام جفت یابی ماهیان نر برای به دست آوردن ماده مورد نظر خود با دیگر نرها رقابت می کنند. با انتخاب همسر به دنبال مکانی مناسب برای تخم ریزی می گردند و پس از انتخاب مکان مناسب تخم ریزی، با کمک همدیگر شروع به تمیز کردن این مکان کرده و پس از مدتی عملیات تخم ریزی صورت خواهد گرفت (Cacho و همکاران، ۲۰۰۶).

هدف از انجام بررسی حاضر ارزیابی اثر مدل های مختلف لامپ های فلئورسنت بر افزایش بیوماس گیاه آبزی *Ceratophyllum demersum* و پارامترهای رشد و بازماندگی فرشته ماهی یا آنجل (*Pterophyllum scalare*) می باشد.

## مواد و روش ها

**جمع آوری و سازگاری گیاه:** بررسی حاضر از فروردین ۱۳۹۳ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی هنرستان کشاورزی جنت رشت و به مدت ۸ هفته صورت گرفت. گیاه آبزی *Ceratophyllum demersum* از منطقه سیاه درویشان تالاب انزلی جمع آوری گردید و همراه با آب تالاب به کارگاه تکثیر و پرورش ماهی منتقل گردید. به منظور سازگاری با دمای کارگاه این گیاه به مدت یک هفته با آب تالاب نگهداری شد. سپس در مدت ده روز، روزانه به میزان ۱۰٪ از آب تالاب سیفون گردیده و با آب چاه کارگاه (PH=۶/۹۸، NH<sub>4</sub>=۰/۰۰ و DO=۸/۶ میلی گرم در لیتر) جایگزین گردید. برای به دست آوردن وزن تر نمونه های گیاهی پس از شستشو با آب به مدت ۲ دقیقه بین کاغذ

گیاهان آبزی شامل گیاهان ماکروسکوپی موجود در تالابها، دریاچه ها و بدنه های آبی مشابه هستند و دارای تراکم بیش تری در آب های راکد می باشند. این گیاهان علاوه بر چرخه رویشی، چرخه زایشی خود را نیز با قسمت های رویشی که به صورت غوطه ور و یا شناور در آب هستند، کامل می کنند. برخی از این گیاهان به صورت غوطه ور بوده و هنگامی که بخش های رویشی آن ها در نتیجه نامساعد شدن شرایط در حال از بین رفتن هستند می توانند به صورت جنسی تولیدمثل کنند (Den Hert و همکاران، ۱۹۶۴). گیاه آبزی *Ceratophyllum demersum* یکی از گیاهان آبزی غالب رودخانه ها و کانال های آبی ایران و از راسته Nymphaeales و خانواده Ceratophyllaceae می باشد که در آب های کم عمق، گل آلود، تیره و کم سرعت در شدت های نوری ضعیف رویش های گسترده ای دارد (APHA، ۲۰۰۵).

این گیاه که در آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، شمال آسیا و آفریقا پراکنش دارد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۰) و از جمله گیاهان غوطه ور در آب می باشد. بدنه گیاه کاملاً در آب غوطه ور بوده و تنها ممکن است گل های آن ها در سطح یا خارج از آن تشکیل گردد. این گیاه ریشه ندارد و از سرعت رشد مطلوبی برخوردار است. در شرایط طبیعی نوری که گیاه دریافت می کنند، به محل استقرار آن ها در رودخانه ها بستگی دارد. در محیط های طبیعی گیاهان آکواریومی غوطه ور، معمولاً در نزدیکی سواحل رودخانه های کوچک و در عمق کم مشاهده می شوند. ویژگی های نور شامل کیفیت طیف نوری، شار فوتون و دوره نوری فاکتورهای مهمی هستند که رشد و توسعه گیاه را تحت تاثیر قرار می دهند (Huges، ۱۹۸۹).

امروزه لامپ های فلئورسنت کاربرد وسیعی در فعالیت های مختلف دارند. به طوری که براساس گزارش شرکت اسرام ۷۰٪ کل منابع نوری مصنوعی جهان لامپ های فلئورسنت می باشد. این لامپ ها حاوی دو گاز آرگون و جیوه هستند (اسدی، ۱۳۸۱). لامپ های فلئورسنت دارای انواع مختلفی شامل فشرده (CFL) که به لامپ های کم مصرف معروفند، لامپ های فلئورسنت یو (FML و FPL) و لامپ های فلئورسنت خطی (LINEAR FLUORESCENT LAMP) می باشند.

متداول ترین لامپ هایی که در حال حاضر در آکواریوم ها استفاده می شود به ترتیب لامپ های LED، رشته ای و در موارد اندک لامپ های فلئورسنت می باشند. لامپ های LED و لامپ های رشته ای به دلیل مصرف زیاد انرژی، از نظر اقتصادی برای کاربرد



**تعیین شاخص‌های رشد در ماهی:** در این آزمایش برخی از شاخص‌های رشد ماهی طبق معادلات زیر به دست آمد.

$100 \times \text{وزن اولیه} / \text{افزایش وزن} = \text{BWG}$  (درصد افزایش وزن بدن)

$\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی} = \text{افزایش وزن}$

$\text{FER} = \text{بازدهی غذایی}$

$100 \times \text{غذای خشک ارائه شده} / \text{وزن محصول تر تولید شده}$

$\text{SGR} = \text{ضریب رشد ویژه}$

$100 \times \text{دوره پرورش} / \text{وزن اولیه} - \ln \text{وزن نهایی}$

$100 \times \text{تعداد ماهیان اولیه} - \text{تعداد ماهیان نهایی} = \text{درصد بقا}$

**آنالیز آماری:** برای جمع‌بندی داده‌های خام و رسم نمودار

از نرم‌افزار آماری Excel و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون

نرمال بودن داده‌ها و محاسبات آماری از نرم‌افزار SPSS و پس از

نرمال بودن داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA)

استفاده گردید. نتایج به صورت انحراف معیار  $\pm$  میانگین ارائه

شدند، برای برآورد معنی‌دار بودن اختلافات موجود در بین

میانگین‌های تیمارهای مختلف از آزمون Duncan در سطح

اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید.

## نتایج

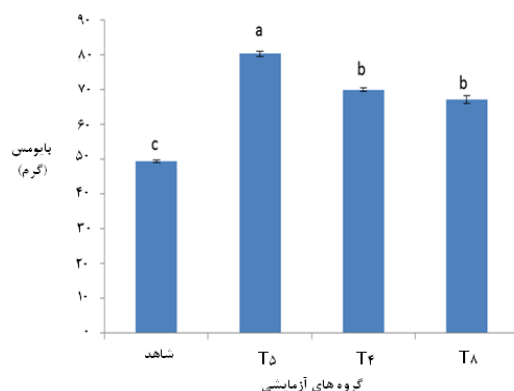
نتایج حاصل از افزایش بایومس گیاه *demersum* C در

شکل ۱ نشان داده شده است. بیش‌ترین رشد گیاه در تیمار دارای

لامپ فلئورسنت T5 (۸۳/۸ گرم وزن تر) بوده و از لحاظ آماری

نیز با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ( $p < 0.05$ ). کم‌ترین

رشد گیاه در تیمار شاهد مشاهده شد ( $P > 0.05$ ).



شکل ۱: نمودار بایوماس *Ceratophyllum demersum* تحت تاثیر نور فلئورسنت با منابع مختلف

حروف مختلف اختلاف معنی‌دار را در بین تیمارها نشان می‌دهند.

خشک‌کن به منظور آبیگری قرار گرفتند، سپس توزین شده و وزن تر آن‌ها به دست آمد (Schroder و همکاران، ۲۰۰۷).

**انتقال گیاه و ماهی به آکواریوم:** نمونه گیاهی با وزنی

یکسان (پس از آبیگری) آکواریوم‌ها با آب چاه با ظرفیت ۱۸۰

لیتر (۴۰×۴۵×۱۰۰) منتقل گردیدند. چهار تیمار حاوی تیمار

شاهد (بدون لامپ)، لامپ فلئورسنت T5، T4 و T8 (با قدرت

۶۴۰۰ کلومین، ۲ لامپ در هر آکواریوم) طراحی شده و برای هر

تیمار، سه تکرار در نظر گرفته شد. تعداد ۴۰ قطعه ماهی با

میانگین وزن اولیه  $4 \pm 0.28$  گرم بین ۱۲ آکواریوم و به طور

کاملاً تصادفی توزیع گردیدند. به منظور تامین نیاز غذایی گیاه

سراتوفیلوم از کودهای شیمیایی مایع شرکت تترا (۱ وعده در

هفته به میزان ۱۷/۵ میلی‌لیتر) استفاده گردید (اکبری، ۱۳۹۰).

غذادهی ماهیان در حد سیری روزانه در دو نوبت (۸ صبح و ۱۶

عصر) با غذای کنسانتره بیومار (فرانسه) تغذیه شدند (Lin و

همکاران، ۲۰۰۳). پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب مانند اکسیژن،

PH و آمونیاک در طول فرآیند آزمایش به ترتیب ۸/۵، ۶/۳۳ و

۰/۰۰۱ ثبت گردید. پس از گذشته ۸ هفته از انجام آزمایش

نمونه‌های گیاهی از هر تیمار و تکرار برداشته شد و وزن تر آن‌ها

اندازه‌گیری گردید. شارنوری لامپ‌های فلئورسنت قبل و بعد از

فرآیند آزمایش محاسبه گردید.

**تعیین شاخص تولید زیست توده گیاهان:** این شاخص

به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$Pr = (FW2 - FW1) / \Delta t$$

که FW2 و FW1 وزن تر خالص گیاه (گرم) در زمان‌های ۱ و ۲

(روز) و  $\Delta t$  اختلاف بین زمان‌های ۱ و ۲ است (Schroder و

همکاران، ۲۰۰۷).



( $P < 0.05$ ). عوامل رشد و تغذیه‌ای در تیمارهای لامپ T4 و T8 از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به تیمار شاهد برخوردار بودند ( $P > 0.05$ ). بیش‌ترین میانگین وزن نهایی در تیمار لامپ فلئورسنت T5 7/3 گرم و کم‌ترین وزن نهایی در شرایط شاهد (فاقد لامپ) 4/9 گرم مشاهده شد. بالاترین بازدهی ضریب تبدیل غذا (86٪) در تیمار لامپ T5 و کم‌ترین بازدهی ضریب تبدیل غذا (35٪) در شرایط شاهد و فاقد لامپ مشاهده گردید.

رشد بیومس گیاه در تیمارهای حاوی لامپ‌های فلئورسنت 4 و T8 اختلاف معنی‌داری نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). شاخص‌های رشد ماهی *P. scalare* در جدول 1 ارائه شده است. عوامل رشد و بقا در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار آماری را نشان دادند. شاخص‌های رشد در جدول 1 نشان‌دهنده این است که وزن نهایی (FW)، درصد افزایش وزن (%WG)، ضریب رشد ویژه (SGR)، بازدهی ضریب تبدیل غذا (PER%) و درصد بقا در تیمار لامپ‌های فلئورسنت T5 به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافتند و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند.

جدول 1: عملکرد رشد *P. scalare* تغذیه شده با چیره پایه به مدت 8 هفته

تیمار	وزن نهایی	درصد افزایش وزن بدن	بازدهی ضریب تبدیل غذایی FER%	ضریب رشد ویژه SGR	درصد بقا
شاهد (فاقد لامپ)	4/9 ± 0/1 a	19/5 ± 2 a	35 ± 4 a	0/038 ± 0/001 a	56 ± 8 a
تیمار T5	7/3 ± 0/6 b	73/71 ± 8 b	86 ± 3 b	0/51 ± 0/031 b	95 ± 7 b
تیمار T4	5/8 ± 0/1 c	34/85 ± 6 c	69 ± 6 c	0/33 ± 0/041 c	78 ± 6 c
تیمار T8	5/6 ± 0/2 c	33/33 ± 3 c	67 ± 5 c	0/35 ± 0/039 c	75 ± 4 c

اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (میانگین  $SE \pm$ ).

## بحث

نور یک فاکتور مهم زیست محیطی می‌باشد و به‌عنوان یک عامل محدودکننده رشد باید به‌طور مناسب تنظیم گردد (Sanchez-saavedra و voltolin, 2002). نوردهی خیلی زیاد و نوردهی خیلی کم بر روی تولید محصول اثر نامناسب داشته و برای هر گیاه یک حالت اپتیمم خاصی وجود دارد که در آن حالت رشد گیاه ایده‌آل است (Zamfirescu, 1972). مطالعات محدودی در زمینه استفاده از لامپ‌های فلئورسنت جهت بررسی هم‌زمان بر روی رشد و تکثیر گیاهان آکواریومی و رشد ماهیان زینتی صورت گرفته است. بیش‌تر بررسی‌های انجام شده نیز روی روابط بین رفتار ماهی و نور (Blaxter, 1968) و تاثیر نور بر روی رشد و تولیدمثل سخت‌پوستان و سیستم بینایی آن‌ها تمرکز داشته‌است (Hillier, 1984؛ Kelemec و Smith, 1980). در این مطالعه لامپ فلئورسنت مدل T5 به‌دلیل حفظ شارنوری دردمای بالا، نسبت به لامپ‌های فلئورسنت T4 و T8 بر افزایش بیومس گیاه آبزی *C. demersum* و رشد ماهی *P. scalare* مناسب تشخیص داده شد، درحالی‌که You و همکاران (2006) اثر لامپ فلئورسنت IL و MHL را بر روی رشد میگوها بررسی کردند، نتایج این تحقیق نشان داد که لامپ‌های فلئورسنت تاثیر مثبتی بر روی رشد میگو ندارند که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی

نتایج حاصل از بررسی عملکرد شار نوری در جدول 2 ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهند که شار نوری لامپ‌های فلئورسنت T5 دردمای بالای 29 درجه سانتی‌گراد افت نداشته، درحالی‌که در لامپ‌های فلئورسنت T4 و T8 افت شار نوری داشته است، که این عامل بیومس گیاه *C. demersum* و رشد ماهی *P. scalare* را تحت تاثیر قرار داد. در واقع به‌دلیل دمای بالای کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان زینتی، در صورت استفاده از لامپ‌های فلئورسنت T4 و T8 شار نوری کاهش می‌یابد. بنابراین به‌منظور افزایش بیومس گیاه و بهبود رشد ماهی بایستی از لامپ‌های فلئورسنت T5 استفاده گردد.

جدول 2: بررسی عملکرد شارنوری لامپ‌های فلئورسنت در دمای 29 درجه سانتی‌گراد

تیمار	شار نوری اولیه (I)	شار نوری ثانویه (I)
لامپ فلئورسنت T5	2500	2500
لامپ فلئورسنت T4	2500	2500
لامپ فلئورسنت T8	2500	2278



نیز کم می‌گردد. با توجه به موارد مذکور و نتایج به دست آمده دلیل اصلی تکثیر مطلوب گیاه *C. demersum* و رشد مناسب *P. scalare* در بررسی حاضر عملکرد مطلوب لامپ فلوروسنت T5 در مقایسه با لامپ‌های دیگر دردمای بالا می‌باشد، درحالی که سایر لامپ‌های فلوروسنت در این دما شار نوری خروجی آن‌ها کاهش یافته و بنابراین کارایی خود را از دست می‌دهند. به‌طور کلی کاهش کیفیت نوری دوره رشد، مرحله رویشی را طولانی‌تر نموده و به تاخیر می‌اندازد، گیاه هرچند که سبز باقی می‌ماند ولی از نظر مورفولوژیکی در تیمارهای T4 و T8 ضعیف تر بوده و از نظر فتوسنتتیک از سایر تیمارها فاصله می‌گیرد.

## تشکر و قدر دانی

بدین بهانه بپرقدرد، ناب‌ترین مراتب سپاس و احترام به پاس کوشش‌های بی‌دریغ جناب آقای دکتر میرفرعتی به‌منظور فراهم نمودن امکانات این تحقیق در هنرستان کشاورزی جنت رشت به‌عمل آورده می‌شود.

## منابع

۱. اسدی، ح. و توکلی، م. ب.، ۱۳۸۱. مقدار اشعه ماورابنفش تابشی از لامپ‌های فلوروسنت تولید داخل کشور. پژوهش در علوم پزشکی. سال ۷، شماره ۱، صفحات ۷۰ تا ۷۲.
۲. اکبری، ح.؛ سرپناه، ع. و شریفیان، م.، ۱۳۹۰. اطلس گیاهان آکواریومی آب شیرین. انتشارات موج سبز. ۱۳۰ صفحه.
۳. امینی، م.، ۱۳۸۵. تکثیر و پرورش ماهیان زینتی. انتشارات نقش مهر. تهران. ۲۲۰ صفحه.
۴. حیدری، م. و اکبری، پ.، ۱۳۹۲. تاثیر ناپلئوس آرتمیا بر روی تخم‌ریزی، هم‌آوری، درصد لقاح و رشد فرشته ماهی (*Pterophyllum scalar*). مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست شناسی ایران). دوره ۲۶، شماره ۴، صفحات ۳۵۵ تا ۳۶۴.
۵. عارضی، ب.، ۱۳۸۸. مطالعات گسترده به‌کارگیری لامپ‌های کم‌مصرف CFL در کشور. سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سبا). پژوهشگاه نیرو. گروه پژوهشی الکترونیک صنعتی. ۱۱۴ صفحه.
6. APHA. 2005. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th Ed., Washington DC. 1368 p.
7. Blaxter, J.H.S., 1968. Light intensity, vision, and feeding in young plaice. Journal of J. exp. mar. Biol. Ecol. Vol. 2, pp: 293-307.

ندارد. Rocha و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی مقایسه‌ای عملکرد لامپ‌های پلاسما (LEP)، لامپ‌های دیودی (LED) و لامپ‌های فلوروسنت T5 (شاهد) بر روی فتوبیولوژی، رشد و غلظت پروتئین مرجان‌ها پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که پرورش مرجان گونه *Acropora formosa* تحت شرایط نوری LED باعث شد که نرخ رشد ویژه (SGR) این گونه، بهتر از نرخ رشد ویژه آن تحت شرایط نوری T5 بود درحالی که در گونه *Stylophora pistillata* تحت شرایط نوری LED و T5 نرخ رشد ویژه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. Tang و همکاران (۲۰۱۰) اثر نور لامپ‌های LED قرمز، LED سفید و لامپ فلوروسنت را بر روی جلبک *Dunaliella tertiolecta* بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند با افزایش شدت نوری سرعت رشد جلبک نیز افزایش یافته و با افزایش دوره نوری، بایومس گیاه افزایش می‌یابد. در تحقیق حاضر نیز رشد گیاه در تیمار T5 (۸۳/۸ گرم) نسبت به تیمارهای دیگر بیش‌تر بوده که علت این پدیده ممکن است به دلیل افزایش سرعت جذب مواد مغذی از محیط آکواریومی باشد (Ghezelbash و همکاران، ۲۰۱۰).

Karkatsouli و همکاران (۲۰۱۰) اثرات طیف نوری، تراکم کشت و شدت نوری بر روی عملکرد رشد کپور آینه‌ای و کپور معمولی دارای فلس در سیستم مداربسته را بررسی کردند. کپور معمولی دارای فلس، هنگامی که تحت شرایط نور قرمز پرورش داده شد به شرط مطلوب بودن سایر شرایط پرورشی مثل تراکم، رشد بسیار مناسبی داشت. این درحالی است که در مورد کپور آینه‌ای شرایط نوری تأثیری بر روی عملکرد رشد نداشت. مطالعات دیگری بر روی سایر لامپ‌های فلوروسنت و LED بر روی رشد و توسعه گیاه *Doritaenopsis* توسط Shin و همکاران (۲۰۰۸) صورت گرفت، آن‌ها در مطالعات خود دریافتند که کیفیت تولید این گیاهان تحت شرایط نوری مخلوط قرمز و آبی LED نسبت به لامپ‌های فلوروسنت بهبود یافت.

Lewis و Sternberg (۲۰۰۵) به مقایسه لامپ‌های فلوروسنت T5 و T8 پرداختند و به این نتیجه رسیدند که لامپ‌های فلوروسنت T5 در دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به لامپ‌های فلوروسنت دیگر مانند T8 از کارایی بهتری برخوردار هستند که با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر استفاده از لامپ فلوروسنت T5 دردمای بالا هم‌خوانی دارد. عارضی (۱۳۸۸) به مطالعه عملکرد لامپ‌های فلوروسنت فشرده (CFL) در درجه حرارت بالا پرداخت و به این نتیجه رسید این نوع لامپ‌های فلوروسنت در درجه حرارت بالا، دمای داخلی‌شان به‌شدت بالا رفته به‌طوری‌که شار نوری خروجی لامپ به‌شدت پایین آمده و بازده لامپ



- technologies to upgrade waste water treatment in Europe. Environ. Sci. Pollut. Res. Vol. 14, No. 7, pp: 490-497.
23. **Shin, K.S.; Murthy, H.N.; Heo, J.W.; Hahn, E.J. and Paek, K.Y., 2008.** The effect of light quality on the growth and development of in vitro cultured *Doritaenopsis* plants. Acta Physiol Plant. Vol. 30, pp: 339-343.
  24. **Tang, H.; Abunasser, N.; Garcia, M.E.D.; Chen, M.; Simon-Ng, K.Y. and Salley, S.O., 2010.** Potential of microalgae oil from *Dunaliella tertiolecta* as a feedstock for biodiesel. Applied energy. Vol. 1, pp: 1-7.
  25. **You, K.; Yang, H.; Liu, Y.; Liu, S.; Zhou, Y. and Zhang, T., 2006.** Effects of different light sources and illumination methods on growth and body color of shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture. Vol. 252, pp: 557-565.
  26. **Zamfirescu, H., 1972.** Rendement photosynthétique et de la structure de la biomasse des facteurs importants dans paccorissement des récoltes. I.N.N. Balcescue. Vol. 1, pp: 39-51.
  8. **Boeuf, G. and Le Bail, P.Y., 1999.** Does light have an influence on fish growth? Aquaculture. Vol. 177, No. 1, pp: 129-152.
  9. **Cacho, M.D.S.R.; Chellappa, S. and Yamamoto, M.E., 2006.** Reproductive success and female preference in the amazonian cichlid angel fish, *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). Neotrop. Ichthyol. Vol. 4, No. 1, pp: 87-91.
  10. **Den Hartog, C. and Segal, S., 1964.** A new classification of the water plant communities. J. Acta. Bot. Neel. Vol. 13, pp: 367-393.
  11. **Ghezelbash, F.; Farboodnia, T.; Heidari, R. and Agh, N., 2008.** Effects of different salinities and luminance on growth rate of the green microalgae *Tetraselmis chuii*. Biological sciences. Vol. 3, PP: 311-314.
  12. **Hillier, A.G., 1984.** Artificial conditions influencing the maturation and spawning of subadult *Penaeus monodon* (Fabricius). Aquaculture. Vol. 36, pp: 179-184.
  13. **Huges, K.W., 1981.** In vitro ecology: exogenous factors effecting growth and morphogenesis in plant culture system. Environ Exp Bot. Vol. 21, pp: 281-288.
  14. **Kelemec, J.A. and Simth, I.R., 1980.** Induced ovarian development and pawning of *Penaeus plebejus* in a recirculating laboratory tank after unilateral eyestalk enucleation. Aquaculture. Vol. 21, pp: 55-62.
  15. **Karkatsouli, N.; Papoutsoglou, S.E.; Sotiropoulos, N.; Mourtikas, D.; Martinsen, T.S. and Papoutsoglou, S.E., 2010.** Effects of light spectrum, rearing density and light intensity on growth performance of scaled and mirror common carp *Cyprinus carpio* reared under recirculating system conditions. Aquac. Eng. Vol. 42, pp: 121-127.
  16. **Lewis, S. and Sternberg, L.C., 2005.** T5 versus T8 Fluorescent Lamps. Association of Energy Engineers Cleveland Chapter. 30 p.
  17. **Lin, Y.H. and Shiau, S.Y., 2003.** Dietary lipid requirement of grouper *Epinephelus malabaricus*, and effects on immune responses. Aquaculture. Vol. 225, No. 1, pp: 243-250.
  18. **Ouellette, M.; Collins, B. and Treado, S., 1993,** October. The effect of temperature on starting and stabilization of compact fluorescent systems. In Industry Applications Society Annual Meeting. Conference Record of the IEEE. pp: 2238-2244.
  19. **Pronek, J.H.; Bardach, J.E. and Mclarney, W.O., 1972.** Aquaculture the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley Inter- Science. 884 p.
  20. **Rocha, R.M.; Pimentel, T.; Serôdio, J.; Rosa, R. and Calado, R., 2013.** Comparative performance of light emitting plasma (LEP) and light emitting diode (LED) in ex situ aquaculture of scleractinian corals. Aquaculture. Vol. 402-403, pp: 38-45.
  21. **Sanchez-saavedra, M.P. and voltolin, D., 2002.** Effect of photon frounce rates of white and blue-green light on efficiency and pigment content of three diatom species in batch culture. Sciences marinas. Vol. 28, pp: 273-279.
  22. **Schrder, P.; Navarro-Avi, J.; Azaizeh Goldhirsh, H.; A.G.; Di Gregorio, S.; Komives, T.; Langergraber, G.; Lenz, A.; Maestri, E.; Memon, A.R.; Ranalli, A.; Sebastiani, L.; Smrcek, S.; Vanek, T.; Vuilleumier, S. and Wissing, F., 2007.** Using phytoremediation

