



## مقدمه

دریاچه نئور در شمال غرب کشور در ارتفاعات استان اردبیل قرار گرفته است. ارتفاع از سطح دریای منطقه ۲۵۰۰ متر بوده و دارای مساحت ۵۶۰ هکتار و عمق متوسط ۶ متر می‌باشد. درجه حرارت دریاچه بر اساس مطالعه خداپرست (۱۳۹۵) در محدوده ۲۲-۰ درجه سانتی گراد بوده است. این دریاچه بزرگترین دریاچه آب شیرین استان اردبیل بوده و جزئی از مناطق حفاظت شده لیسانر می‌باشد. سطح دریاچه ۵ الی ۶ ماه از سال یخبندان بوده و گاهی ضخامت یخ به ۸۰ سانتیمتر می‌رسد.

صمدی خادم و همکاران (۱۳۹۲) بیان نمودند که به دلیل دارا بودن ویژگی های خاص طبیعی و منحصر به فرد دریاچه نئور یکی از مراکز مهم تحقیقات سازمان حفاظت محیط زیست در امور آبریان به حساب می‌آید. آب شیرین دریاچه از چشمه های متعدد و پر آب اطراف واز نزولات جوی و ذوب یخ و برف کوههای اطراف تأمین می‌شود. دریاچه نئور فاقد هر گونه ماهی تا سال ۱۳۵۲ بوده است از سال ۱۳۵۲ رهاسازی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان در دریاچه شروع شد و تا سال- های بین ۱۳۸۰-۱۳۹۰ تنها ماهی موجود در دریاچه بوده است. البته این ماهی همه ساله در اندازه های مناسب به دریاچه رهاسازی و در شهریور ماه صید می‌گردید و باقیمانده ماهیان در یخبندان زمستان از بین می‌رفتند. از سال ۱۳۸۵ به بعد ماهی کاراس به دلایل ناشناخته در دریاچه مشاهده شد و در مدت کوتاهی با تکثیر انبوه و حضور پر تراکم سبب تغییر شدید شرایط اکولوژیکی و سطوح تروفی دریاچه گردید و شرایط را برای زیست ماهی قزل آلاهی رنگین کمان نا مساعد کرد. تنوع زیستی در این دریاچه چند سالی است که دچار

تغییرات زیاد گردیده است و همچنین جمعیت ماهی کاراس که یک ماهی غیر بومی و مهاجم مقاوم به آلودگی می‌باشد بشدت افزایش یافته است بطوریکه در اکوسیستم دریاچه اختلال ایجاد نموده است. فیتوپلانکتون ها گیاهانی میکروسکوپی و فاقد قدرت شنا بوده و به عنوان تولید کنندگان اولیه در اکوسیستم های آبی از اهمیت خاصی برخوردارند (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۹۲). لذا هر اکوسیستم آبی گروه های فیتوپلانکتونی به لحاظ تولید مواد آلی و قرار گرفتن در قاعده هرم انرژی جزء ذخایر مهم و با ارزش به شمار می روند و سایر موجودات ضمن وابستگی به یکدیگر در زنجیره غذایی به طور مستقیم و غیرمستقیم به فیتوپلانکتون وابسته اند (قلیچی و همکاران، ۱۳۹۵). تا کنون مطالعات زیادی در خصوص فیتوپلانکتون دریاچه نئور انجام نشده و تنها مطالعه در دسترس مربوط به Mirzajani و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گاماروس دریاچه نئور است. آنها طی مطالعات خود وضعیت پلانکتونی دریاچه را نیز بررسی نموده و حضور شاخه های Chlorophyta, Bacillariophyta و Cyanophyta را در دریاچه گزارش کردند. موسوی ندوشن (۱۳۹۰) نیز بر روی ساختار جمعیت موجودات ماکروبتوز در این دریاچه مطالعه کرده ولیکن در مطالعات ایشان گزارشی از وضعیت پلانکتونی دریاچه موجود نمی‌باشد. عابدینی (۱۳۹۳) نیز تحلیل مسائل هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز دریاچه نئور را انجام داد و بیان نمود که pH خاک در شرایط مطلوب است. لذا جهت آگاهی از وضعیت کیفی آب نیاز است که پس از ورود کاراس به دریاچه تغییرات فصلی فیتوپلانکتون مورد مطالعه قرار گیرد. پلانکتون نقش مهمی در انتقال انرژی در هرم اکولوژیک برای آبریان

جهت آگاهی از وضعیت کیفی آب نیاز است که پس از ورود کاراس به دریاچه تغییرات فصلی فیتوپلانکتون مورد مطالعه قرار گیرد.

### مواد و روش ها

در این بررسی ها با توجه به عرض کم دریاچه، پوشش دادن قسمت های عمده ای از کل دریاچه و نیز بر اساس مطالعات محققین گذشته، ۵ ایستگاه (شکل ۱) مدنظر قرار گرفت.

دارد، زئوپلانکتون همانند یک پمپ بیولوژیک عمل کرده و مسیر انتقال انرژی از فیتوپلانکتون (تولید کننده گان اولیه) به مصرف کننده گان سطوح بالاتر همچون ماهیان و پستانداران دریائی می باشد (Richardson, 2008). لذا هر گونه آلودگی ها و اثرات مخرب زیستی به جوامع پلانکتونی تاثیر مستقیم بر ذخایر آبیان خواهد گذاشت (Bagheri, 2011). فیتوپلانکتون مهمترین منبع غذایی برای پرورش آبیان در آب شیرین و ماهیان دریایی می باشند (Boyd, 2007). لذا



شکل ۱: ایستگاه های نمونه برداری در دریاچه نئور (ایستگاه ۱: دره خرسی، ایستگاه ۲: سیف خان، ایستگاه ۳: مملی داش، ایستگاه ۴: دره اذن و ایستگاه ۵: روبرو موبیش)

سطح و عمق در ایستگاه ها (از هر ایستگاه ۱ نمونه) انجام گردید. به دلیل عدم وجود لایه بندی حرارتی نمونه های سطح و کف را بعد از انتقال به سطل ۱۰ لیتری همگن نموده و به میزان یک لیتر آب را وارد ظروف کرده و با فرمالین ۴٪ تثبیت گردیدند (APHA, 2005). پس از همگن سازی در محفظه های ۵ میلی لیتری رسوب داده شده و شناسایی شده و سپس

نمونه برداری در ماه های اردیبهشت، خرداد، مرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر و اسفند صورت گرفت. در ماه تیر بعلت مهیا نبودن امکانات لازم برای نمونه برداری و در دی و بهمن بعلت یخبندان نمونه برداری صورت نگرفت.

روش نمونه برداری: نمونه برداری فیتوپلانکتون ماهانه یکبار با استفاده از روتتر یک لیتری در لایه های

شمارش گردیدند. تعداد آنها در واحد حجم (یک لیتر) با استفاده از فرمول محاسبه گردید.

آنالیز آزمایشگاهی: جهت بررسی تراکم زئوپلانکتون در آزمایشگاه ابتدا حجم نمونه یادداشت و پس از همگن شدن با پی پت ۳ محفظه ۵ سی سی از آن بمدت ۲۴ ساعت رسوب‌دهی و زیر میکروسکوپ اینورت مورد شناسایی و شمارش قرار گرفت. سپس فراوانی (تعداد در لیتر) از فرمول ۱ محاسبه گردید.

$$\text{فرمول ۱: } N = (n * v) / (c * V)$$

$N$ : تعداد هر گونه در لیتر،  $n$ : تعداد کل گونه شمارش شده در محفظه،  $v$ : حجم آب پس از فیلتر شدن به میلی لیتر،  $V$ : حجم آب اولیه (قبل از فیلتر شدن) به لیتر،  $c$ : حجم محفظه شمارش به میلی لیتر شناسایی پلانکتونی نیز بر اساس منابع (Bellinger and Sigeo, 2010; Boraso de Zaixso, 2004; Komárek & Anagnostidis, 2005) صورت گرفت.

آنالیز آماری: ثبت داده های حاصله در رایانه صورت گرفت و محاسبه فراوانی، میانگین و ترسیم نمودار توسط نرم افزار Excel 2010 انجام شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده نیز با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS 16 (Version 20) انجام گردید. سپس از آزمون Shapiro-Wilk یا آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده گردید تا نرمال بودن داده‌ها مشخص گردد. همچنین از آزمون کروسکال والیس برای مقایسه بین ایستگاه‌ها و شاخه‌های فیتوپلانکتونی از نظر تراکم استفاده گردید.

### نتایج

طبق نتایج حاصله میزان درجه حرارت در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف بشرح جدول ۱ آمده است. درجه حرارت در مرداد ماه بیش از سایر ماه‌ها بوده است.

جدول ۱: درجه حرارت آب در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف (سانتیگراد)

ماه	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
اردیبهشت	۹	۹	۹	۱۰	۱۰
خرداد	۱۵	۱۵	۱۶	۱۵/۵	۱۵
مرداد	۱۹/۵	۱۹/۷	۲۰	۱۹/۹	۱۹/۹
شهریور	۱۶/۱	۱۷/۴	۱۶/۸	۱۶/۶	۱۴/۹
مهر	۱۱/۵	۱۱/۵۵	۱۱/۹	۱۱/۶	۷/۹
آذر			-۲	۲/۳	
اسفند		-۴	-۴	-۴	-۴

۱۱ جنس از Cyanophyta، ۲ جنس از Pyrrhophyta و ۴ جنس از Euglenophyta بودند (جدول ۲).

بطور کلی ۶۸ جنس فیتوپلانکتونی در دریاچه نئور شناسایی شدند که ۲۳ جنس از Bacillariophyta و ۲ جنس از Chrysophyta، ۲۶ جنس از Chlorophyta،

جدول ۲: شاخه ها و جنس های مشاهده شده در ایستگاه های مختلف دریاچه نور طی سال ۱۳۹۳

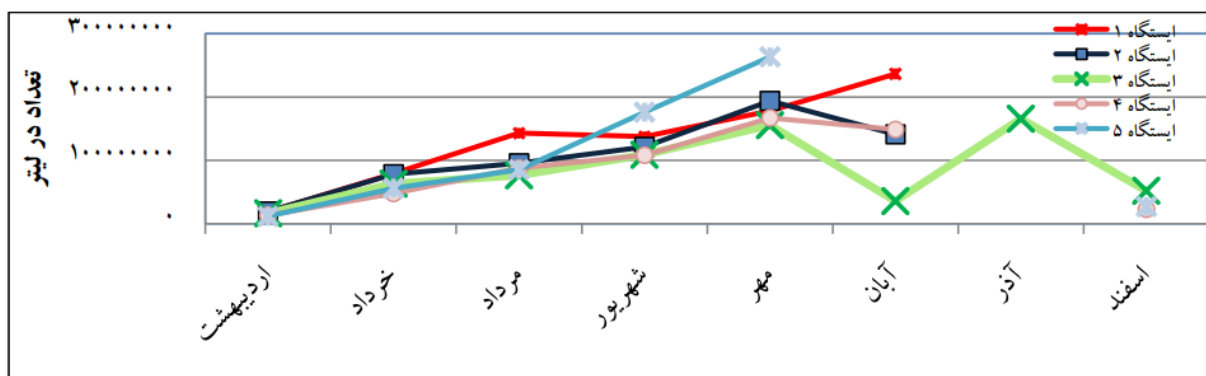
ایستگاه ۵	ایستگاه ۴	ایستگاه ۳	ایستگاه ۲	ایستگاه ۱	جنس	شاخه
+	+	+	+	+	<i>Achnanthes</i>	Bacillariophyta
+		+		+	<i>Amphora</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Asterionella</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Caloneis</i>	Bacillariophyta
+		+			<i>Cocconeis</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Cyclotella</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Cymatopleura</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Cymbella</i>	Bacillariophyta
+		+	+	+	<i>Denticula</i>	Bacillariophyta
+	+	+		+	<i>Diatoma</i>	Bacillariophyta
+					<i>Diploneis</i>	Bacillariophyta
		+		+	<i>Epithemia</i>	Bacillariophyta
		+			<i>Fragilaria</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Gomphonema</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+		<i>Gyrosigma</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Melosira</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Navicula</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Nitzschia</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Pinnularia</i>	Bacillariophyta
+		+			<i>Rhoicosphenia</i>	Bacillariophyta
	+	+	+	+	<i>Stephanodiscus</i>	Bacillariophyta
+	+	+		+	<i>Surirella</i>	Bacillariophyta
+	+	+	+	+	<i>Synedra</i>	Bacillariophyta
		+			<i>Synura</i>	Chrysophyta
+			+	+	<i>Dinobryon</i>	Chrysophyta
+	+	+	+	+	<i>Actinastrum</i>	Chlorophyta
+	+	+	+	+	<i>Ankistrodesmus</i>	Chlorophyta
+	+	+	+	+	<i>Binuclearia</i>	Chlorophyta
+	+	+	+	+	<i>Chlamydomonas</i>	Chlorophyta
+	+	+	+	+	<i>Coelastrum</i>	Chlorophyta
+	+	+	+	+	<i>Codatella</i>	Chlorophyta
	+	+	+	+	<i>Cosmarium</i>	Chlorophyta
+		+	+	+	<i>Crucigenia</i>	Chlorophyta
+	+	+	+	+	<i>Dictyosphaerium</i>	Chlorophyta

ادامه جدول ۲:

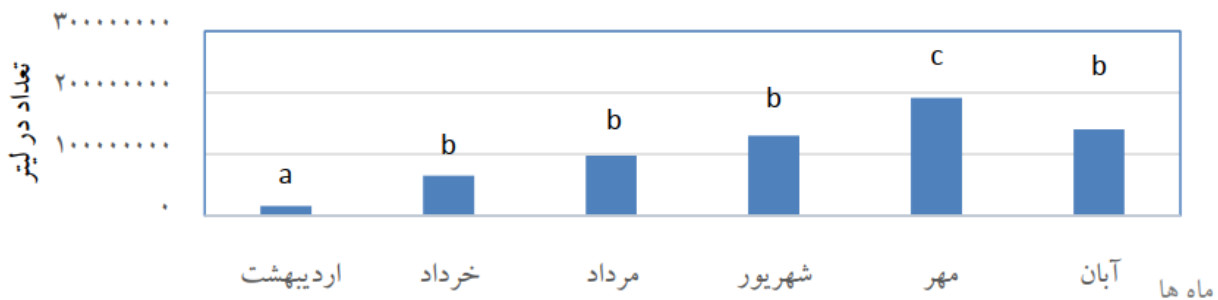
شاخه	جنس	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
	<i>Franceia</i>	+	+	+	+	
	<i>Golenkinia</i>	+	+	+	+	+
	<i>Kirchneriella</i>	+	+	+	+	+
	<i>Micractinium</i>	+	+	+	+	+
	<i>Mougeotia</i>	+	+		+	
	<i>Oocystis</i>	+	+	+	+	+
	<i>Pandorina</i>			+		+
	<i>Pediastrum</i>	+	+	+	+	+
	<i>Polyediropsis</i>	+		+	+	
	<i>Scenedesmus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Schroederia</i>	+	+	+	+	+
	<i>Selenastrum</i>	+	+	+	+	+
	<i>Staurastrum</i>	+	+	+	+	+
	<i>Tetraedron</i>	+	+	+	+	+
	<i>Tetrastrum</i>	+	+	+	+	+
	<i>Anabaena</i>			+		
	<i>Anabaenopsis</i>			+	+	+
	<i>Aphanizomenon</i>	+	+	+	+	+
	<i>Chroococcus</i>			+		+
	<i>Gomphoshaeria</i>	+	+	+	+	+
	<i>Lyngbya</i>			+		+
	<i>Microcystis</i>	+	+	+	+	+
	<i>Oscillatoria</i>	+	+	+	+	+
	<i>Phormidium</i>			+		+
	<i>Romeria</i>			+		+
	<i>Spirulina</i>	+	+	+	+	+
	<i>Gymnodinium</i>	+	+	+	+	+
	<i>Peridinium</i>	+	+	+	+	+
	<i>Euglena</i>	+	+	+	+	+
	<i>Lepocinclis</i>			+		+
	<i>Phacus</i>	+	+	+	+	+
	<i>Trachelomonas</i>	+	+	+	+	+

ایستگاه ۵ با ۱۱۶۰۰۰۰۰ از کمترین تراکم فیتوپلانکتونی برخوردار بوده است (شکل ۲). طبق آزمون کروسکال والیس تراکم فیتوپلانکتون باستانداز ایستگاه ها در ماه ها (شکل ۳) و فصول مختلف (شکل ۴) با هم معنی دار بوده است ( $P < 0.05$ )، ولیکن مابین ایستگاه ها معنی دار نبوده است ( $P > 0.05$ ). تراکم شاخه ها نیز با هم اختلاف معنی دار داشته اند ( $P < 0.05$ ).

در اردیبهشت ماه جنس های *Nitzschia* و *Synedra* و *Cyclotella* از شاخه Bacillariophyta و جنس *Ankistrodesmus* از شاخه Chlorophyta و جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta بیشترین فراوانی را نسبت به سایر جنس ها دارا بودند. شاخه دیاتومه ها (Bacillariophyta) با میانگین ۲۷۲۰۰۰ سلول در لیتر از ۴۵ تا ۶۰ درصد کل تراکم فیتوپلانکتون را شامل گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که ایستگاه ۲ با ۱۹۲۰۰۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین تراکم فیتوپلانکتون را نسبت به سایر ایستگاه ها داشته و



شکل ۲: تراکم کل فیتوپلانکتون در ایستگاه های مختلف طی سال ۱۳۹۳



شکل ۳: تراکم کل فیتوپلانکتون در ماه های مختلف طی سال ۱۳۹۳

از جلبک های سبز - آبی (Cyanophyta) در ایستگاه های مختلف بطور متغیری در بین سایر جنس های این شاخه ها غالب بوده اند. تراکم فیتوپلانکتونی در کلیه ایستگاه ها نسبت به ماه اردیبهشت افزایش یافته است. بطور کلی شاخه سیانوفیت ها با میانگین ۳۲۶۲۰۰۰

مطالعات شاخه های مختلف در خرداد ماه نشان داد که جنس های *Nitzschia* و *Synedra* از دیاتومه ها (Bacillariophyta)، جنس *Ankistrodesmus* از شاخه جلبک های سبز (Chlorophyta)، جنس *Oscillatoria*

عدد در لیتر در کل ایستگاه‌ها غالب بوده است (جدول ۳). جنس *Oscillatoria* از جلبک‌های سبز-آبی و پس از آن جنس *Synedra* از دیاتومه غالب بوده است.

جدول ۳: تراکم شاخه‌های فیتوپلانکتونی در دریاه نور طی ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۳ (تعداد به میلیون)

شاخه‌ها	اردیبهشت	خرداد	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	اسفند
Bacillariophyta	۸۰۴۰۰۰۰	۲۱۲۱۰۰۰۰	۲۷۳۳۰۰۰۰	۳۲۱۴۴۱۶۰	۳۰۴۶۰۸۰۰	۲۲۲۷۰۳۰۰	۹۴۱۸۸۰۰	۱۳۸۳۳۳۳
Chlorophyta	۴۹۵۰۰۰۰	۹۷۱۰۰۰۰	۱۶۵۳۰۰۰۰	۲۳۹۶۷۸۴۰	۴۰۰۳۹۹۲۰	۲۳۱۲۸۸۰۰	۲۵۴۵۰۸۰۰	۷۰۰۰۰۰۰
Cyanophyta	۲۷۲۰۰۰۰	۳۲۶۲۰۰۰۰	۵۱۹۹۰۰۰۰	۶۹۷۷۹۲۸۰	۱۱۸۶۳۶۸۰۰	۹۳۱۵۲۷۰۰	۱۲۹۸۵۹۲۰۰	۲۵۲۸۳۳۳۳
Euglenophyta	۱۹۰۰۰۰	۸۲۰۰۰۰	۱۴۷۰۰۰۰	۴۰۸۸۱۶۰	۱۵۰۳۰۰۰	۱۴۷۷۲۰۰	۶۰۱۲۰۰	۲۳۳۳۳۳
Chrysophyta	.	۸۰۰۰۰	.	.	.	.	.	.
Pyrrophyta	.	۵۴۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰	۴۸۰۹۶۰	۱۰۴۲۰۸۰	۶۱۳۴۰۰	۶۰۱۲۰۰	.

از شاخه Chlorophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند

در مهر ماه شاخه سیانو فیتا با ۱۱۸۶۳۶۸۰۰ عدد در لیتر حدوداً ۶۱/۸۹ درصد و سپس شاخه کلرو فیتا با ۴۰۰۳۹۹۲۰۰ عدد در لیتر حدوداً ۲۰/۸۱ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس‌های *Scenedesmus* و *Ankistrodesmus* از شاخه Chlorophyta و همچنین جنس‌های *Melosira* و *Synedra* از شاخه Bacillariophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند. ایستگاه ۵ و ۱ به ترتیب با ۱۷۶۱۵۱۶۰۰ و ۱۳۷۵۷۴۶۰۰ عدد در لیتر بیشترین تراکم فیتوپلانکتون را نسبت به سایر ایستگاه‌ها داشته است.

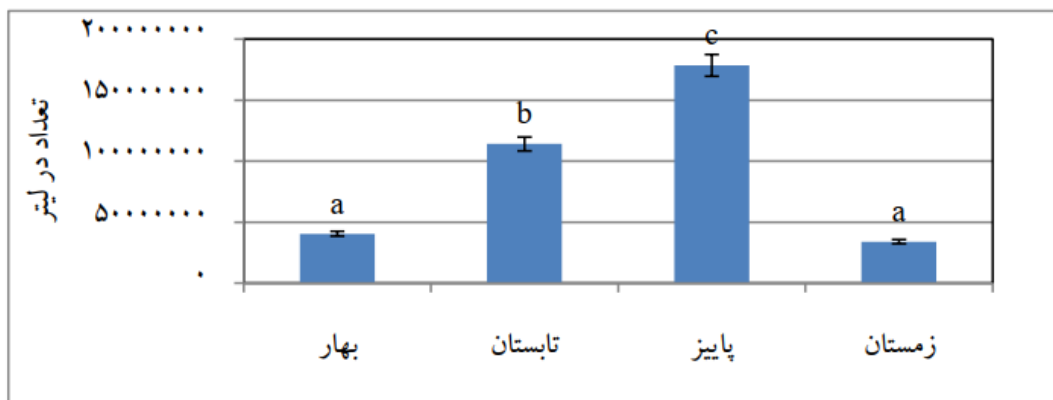
در آبان ماه شاخه سیانو فیتا با ۹۳۱۵۲۷۰۰ عدد در لیتر حدوداً ۶۶ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد. جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس *Synedra* از شاخه Bacillariophyta و همچنین جنس‌های *Ankistrodesmus*، *Scenedesmus* از شاخه

در مرداد ماه تراکم سلولی تمامی شاخه‌ها نسبت به ماه قبل افزایش داشته است. بطوریکه ایستگاه ۱ با ۱۴۳۱۰۰۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین تراکم را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها داشته اند (شکل ۳). در این ماه ابتدا شاخه سیانو فیتا با ۵۱۹۹۰۰۰۰ عدد در لیتر حدود ۵۳ درصد و سپس شاخه باسیلاریو فیتا با ۲۷۳۳۰۰۰۰ حدود ۲۸ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند. جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس *Synedra* از شاخه Bacillariophyta بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس‌ها دارا بودند.

در شهریور ماه تراکم فیتوپلانکتونی نسبت به ماه قبل بااستثناء ایستگاه ۱ افزایش حاصل نموده است. تراکم سلولی در ایستگاه ۵ با ۱۷۶۱۵۱۶۰۰ عدد در لیتر بیشترین مقدار را داشته است. در این ماه شاخه سیانوفیتا با ۶۹۷۷۹۲۸۰ عدد در لیتر حدوداً ۵۴ درصد از نظر تراکم، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند. جنس *Oscillatoria* از شاخه Cyanophyta و جنس‌های *Nitzschia* و *Synedra*، *Melosira* از شاخه Bacillariophyta و همچنین جنس *Ankistrodesmus*

ها دارا بودند. ایستگاه ۳ با ۵۲۰۰۰۰۰۰ عدد در لیتر بیشترین جمعیت فیتوپلانکتونی را دارا بودند. نتایج فیتوپلانکتونی در فصول مختلف نشان داد که ایستگاه ۱ در بهار و تابستان از تراکم فیتوپلانکتونی بیشتری نسبت به سایر ایستگاه ها برخوردار بوده ولی در فصل پاییز ایستگاه ۵ حداکثر تراکم را داشته است. در زمستان به دلیل یخبندان از ایستگاه های ۱ و ۲ نمونه برداری نشده ولیکن ایستگاه ۳ تراکم بیشتری را نسبت به ایستگاه های ۴ و ۵ شامل بوده است. تراکم فیتوپلانکتون به ترتیب در فصل پاییز و تابستان بیش از سایر فصول بوده و فصل زمستان نیز کمترین تراکم را داشته است (شکل ۴). بطور کلی نتایج شاخص تنوع شانن نشان داد که در ماه خرداد میزان تنوع نسبت به سایر ماه ها بیشتر و در اردیبهشت ماه حداقل بوده است. ایستگاه ۱ بیشترین و ایستگاه ۴ کمترین میزان تنوع را داشته است (جدول ۴).

*Chlorophyta* بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس ها دارا بودند. ایستگاه ۱ با ۲۳۶۶۷۲۴۰۰ عدد در لیتر بیشترین را دارا بود. در آذر ماه بعلت یخبندان فقط دو نمونه از ایستگاه ۳ یکبار قبل از یخبندان و یکبار بعد از یخبندان گرفته شد. شاخه سیانو فیتا و سپس شاخه کلرو فیتا از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند. جنس *Oscillatoria* از شاخه *Cyanophyta* و جنس های *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* از شاخه *Chlorophyta* بیشترین فراوانی را نسبت به سایر جنس ها دارا بودند. در اسفند ماه شاخه سیانو فیتا با ۲۵۲۸۳۳۳۳ عدد در لیتر حدودا ۷۴ درصد و سپس شاخه کلرو فیتا با ۷۰۰۰۰۰۰ عدد در لیتر حدودا ۲۱ درصد از نظر جمعیت، بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۳). جنس *Oscillatoria* از شاخه *Cyanophyta* و جنس *Ankistrodesmus* از شاخه *Chlorophyta* بیشترین فراوانی را، نسبت به سایر جنس



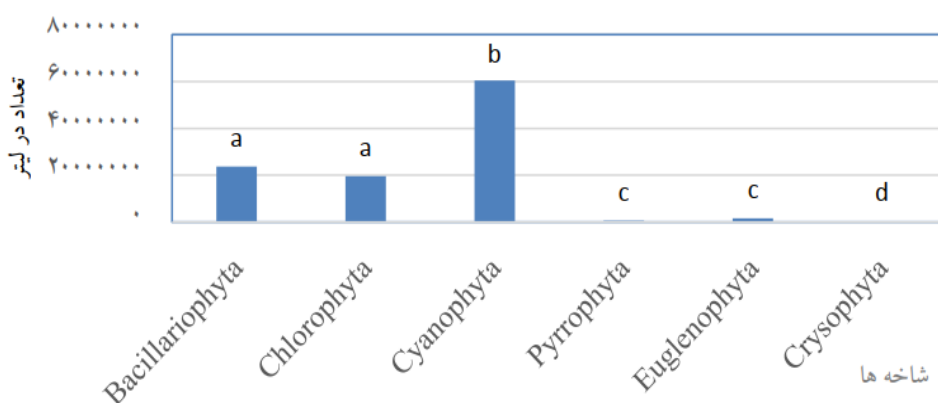
شکل ۴: میانگین تراکم فیتوپلانکتون در فصول مختلف در کل منطقه

جدول ۴: میزان شاخص شادن وینر در ماه ها و ایستگاه های مختلف

میانگین ایستگاه ها	۵	۴	۳	۲	۱	ماه
۱/۰۱	۱/۲۲	۱/۱۶	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۸۹	اردیبهشت
۱/۹۱	۱/۹۳	۱/۶۸	۱/۸	۱/۸۸	۲/۲۶	خرداد
۱/۳۹	۱/۴۶	۱/۱۹	۱/۲۵	۱/۵۳	۱/۵۴	مرداد
۱/۴۶	۱/۳۲	۱/۲۶	۱/۴۷	۱/۵۲	۱/۷۲	شهریور
۱/۴۵	۱/۴۸	۱/۲۶	۱/۴۷	۱/۵۳	۱/۵۲	مهر
	۱/۴۸	۱/۳۱	۱/۳۸	۱/۴۶	۱/۵۹	میانگین ماه ها

۲۳۶۲۰۸۹۷ عدد در لیتر بیشترین تراکم را نسبت به سایر شاخه ها داشته اند (شکل ۵).

طبق نتایج حاصله میانگین سالانه Cyanophyta با میانگین  $۸۵۳۱۱۷۸ \pm ۶۰۳۹۱۰۷۵۶$  عدد در لیتر و پس از آن شاخه Bacillariophyta با میانگین  $۲۲۲۲۹۱۷ \pm$



شکل ۵: میانگین سالانه شاخه های فیتوپلانکتونی در دریاچه نور

نشان می دهد که دریاچه حالت یوتروفی داشته و با توجه به اینکه درجه حرارت شرایط برای رشد دیاتومه ها که سرما دوست می باشند فراهم تر بوده است. در خرداد ماه دمای آب از ۹ الی ۱۰ درجه سانتیگراد به ۱۵ الی ۱۶ درجه سانتیگراد رسیده و اکثر شاخه های فیتوپلانکتونی در ایستگاه های ۱ و ۲ بیش از سایر ایستگاه ها بوده اند. مقایسه وضعیت شاخه های فیتوپلانکتونی در دوماه اردیبهشت و خرداد نشان داد که شاخه دیاتومه ها (Bacillariophyta) از ۵۱ درصد در ماه اردیبهشت به ۳۳ درصد از کل تراکم فیتوپلانکتون رسیده است که علت آن افزایش حرارت طبق جدول ۲

## بحث

ایستگاه ۵ در اردیبهشت ماه طبق مشاهدات عینی دارای میزان کدورت بیشتری نسبت به سایر ایستگاه ها برخوردار بوده و در نتیجه از تراکم فیتوپلانکتونی کمتری برخوردار بوده است. در اردیبهشت ماه شاخه دیاتومه ها (Bacillariophyta) نسبت به سایر شاخه ها غالب بوده اند و دلیل آن طبق بررسی همزمان عابدینی (۱۳۹۳) که عوامل فیزیکی و شیمیایی دریاچه را مورد بررسی قرار داد ناشی از درجه حرارت مناسب (۱۰ درجه سانتیگراد)، سیلیس بیشتر در این ماه نسبت به سایر ماه ها بوده است. نتایج حاصل از مطالعات این ماه

بوده است. از طرفی تراکم شاخه سیانوفیتا از ۱۷ درصد در اردیبهشت به ۵۰ درصد در خرداد افزایش یافته که خود نشان دهنده وضعیت افزایش دما در این فصل می باشد. شرایط حاکی از وضعیت یوترفی دریاچه می باشد که همچنان در حال افزایش می باشد. در مرداد ماه دمای آب از ۱۵ الی ۱۶ درجه سانتیگراد به ۱۹ الی ۲۰ درجه سانتیگراد رسیده و تراکم فیتوپلانکتون به دلیل افزایش دما که مناسب برای رشد سیانوفیتا می باشد نسبت به خرداد ماه فزونی یافته است. افزایش پوشش گیاهی در این فصل می باشد. پوشش گیاهی باعث می شود که در لایه های زیرین سایه ایجاد کرده و تراکم شاخه هایی که در پایین تر از قسمت رویی آب زندگی می کنند کاهش یابد ولیکن سیانوفیتا که نسبت به سایر جلبک ها در لایه رویی آب هستند غالب شده اند. ایستگاه ۱ به دلیل عمق کمتر (۱ متر کمتر از سایر ایستگاه ها) از تراکم بیشتری برخوردار بوده است. در شهریور ماه حداکثر تراکم فیتوپلانکتونی به ترتیب در ایستگاه های ۵ مشاهده گردید. عمق ایستگاه ۵ کم و در دریاچه کوچک قرار گرفته است. پوشش گیاهی آن زیاد است و وقتی این گیاهان در شهریور ماه تجزیه می شوند باعث افزایش فیتوپلانکتون می شود. آب این ایستگاه ساکن و در حاشیه قرار دارد. سیانوفیتا در شهریور ماه ۵۴ درصد تراکم فیتوپلانکتونی را به خود اختصاص داده اند. در مهرماه نیز ایستگاه های ۵ و ۱ به ترتیب حداکثر تراکم فیتوپلانکتونی را دارا بودند. شاخه سیانوفیت ها در تمام ایستگاه ها غالب بوده و بیشترین تراکم را داشته است. بعلاوه پوشش گیاهی زیاد در این دو ایستگاه و کاهش نور در لایه زیر سطح، سیانوفیتا که در لایه رویی آب زندگی می کنند غالب شده اند.

Mirzajani و همکاران (۲۰۱۱) طی مطالعه خود بر روی دریاچه نور بیان نمود که شاخه های Cyanophyta، Bacillariophyta و Chlorophyta در طول مطالعه در دریاچه مشاهده شدند و شاخه کلروفیتا در مقایسه با سایر شاخه ها غالب بوده بطوریکه ۴۵ تا ۹۷ درصد جمعیت را شامل بوده اند. جنس های *Crusigenia*، *Ankistrodesmus* و *Oocystis* از جلبک های سبز بیشترین فراوانی را داشته و تراکم *Crusigenia* به ۱۸۹۰۰۰۰۰ سلول در لیتر رسید. جنس *Cyclotella* از Bacillariophyta با ۶۰۰۰۰۰۰ و جنس *Microcystis* از شاخه Cyanophyta با ۳۸۰۰۰۰۰ غالب بوده اند. لذا مشاهده می گردد که در مطالعات حاضر سیانوفیتا هستند که غالب بوده و جنس *Oscillatoria* از آن تراکمی بیش از سایر جنس ها داشته و از شاخه دیاتومه ها یا Bacillariophyta نیز جنس *Synedra*، *Nitzschia*، *Melosira* غالب بوده است. قابل ذکر است که از جلبک های سبز یا Chlorophyta نیز جلبک *Ankistrodesmus* بیش از سایرین غالبیت داشت. Mirzajani و همکاران (۲۰۱۱) طی این مطالعه ۱۴ جنس از شاخه باسیلاریوفیتا، ۱۳ جنس از کلروفیتا، ۱ جنس از کریزوفیتا، ۷ جنس از سیانوفیتا و ۲ جنس از اگلنوفیتا را در آب دریاچه شناسایی نمودند. بطور کلی آنها ۵ شاخه و ۳۸ جنس را در این دریاچه گزارش نمودند در حالیکه در مطالعه حاضر ۶ شاخه و ۴۰ جنس مورد شناسایی قرار گرفت. آنها همچنین بیشترین تراکم فیتوپلانکتون را در شهریور و مهر ماه با تراکم  $10^6 \times 350$  سلول در لیتر گزارش کردند. آنها میانگین تراکم باسیلاریوفیتا را ۱۱۲۹۸۳۵۶ سلول در لیتر، کریزوفیتا ۱۷۷۰۰۰ سلول در لیتر، کلروفیتا ۱۹۸۶۱۲۱۶۱، سیانوفیتا ۸۳۵۲۴۳۳ سلول در

حضور سیانوباکترها چندین سال در یخ قطب شمال ثبت شده است (Bowman *et al.*, 2012). Dsouza و همکاران (۲۰۱۳) حضور دیاتومه های رشته ای را در تشکیل یخ دریاچه های بزرگ گزارش نمودند.

مطالعات خدایپرست (۱۳۹۵) بر روی ذخایر ماهی کاراس نشان داد که میزان این ماهی ۱۲/۹۱ و ۳۹/۰۴ تن به ترتیب در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ بوده است. این ماهی با مصرف زئوپلانکتون باعث کاهش مصرف فیتوپلانکتون شده است. همچنین فعال شدن مواد مغذی درونزای دریاچه رشد بالای جلبکی را به همراه داشته و نبود مصرف کننده موثر فیتوپلانکتون در دریاچه و بالا رفتن درجه حرارت در فصل تابستان شرایط را برای شکوفایی جلبک ها به خصوص شاخه سیانوفیتا تشدید نموده و کمبود مواد غذایی (گاماروس) عامل محدود نمودن رشد ماهی قزل آلا شده است. لذا تنها ماهی کاراس توانسته است شرایط نامناسب محیطی را تحمل نموده و علی رغم فقدان وجود مواد غذایی بصورت انبوه در اوزان پایین در داخل دریاچه حضور داشته و از رشد بالایی برخوردار باشد. آنچه مهم است اثرات این ماهی در اکوسیستم دریاچه نئور است که از آن جمله، تخریب زیستگاه آبزیان بومی بویژه گاماروس، کاهش تنوع و تراکم جمعیت کفزیان، کاهش جمعیت گروه های زئوپلانکتونی بزرگ، کلادوسر و کوپه پودا، تاثیر در چرخه تروفي و ایجاد کدورت بالا می باشد. جنس - های فیتوپلانکتون از شاخه های دیاتومه ها و سیانوفیتا در دریاچه هایی که میزان غلظت نوترینت زیاد بوده و تحت تاثیر فعالیت های انسانی بوده بطور فراوان مشاهده می شوند. بر اساس طبقه بندی دریاچه ها بر مبنای سطح تروفي (Li and Mathias, 1994) دریاچه نئور جزء دریاچه های یوتروف می باشد.

لیتر و اگلنوفیتا را ۱۰۵۳۰۰۰ سلول در لیتر برآورد نمودند. مقایسه این مطالعات با مطالعه حاضر نشان می دهد که بیشترین تراکم فیتوپلانکتون در مطالعات کنونی نیز در مهرماه در ایستگاه ۵ با میزان ۲۶۳۶۲۶۲۰۰ عدد در لیتر برآورد گردیده است.

در مطالعه حاضر در زمستان و حتی یخبندان سیانوفیت ها در دریاچه غالب بوده اند. Whitton (۲۰۱۲) بیان نمود که سیانوفیت ها در سخت ترین محیط های روی زمین غالبیت دارند. جایکه سرمای شدید و نبود آب برای رشد و بقاء محدودیت ایجاد می نماید. آنها در اکوسیستم هایی با بستر یخی، حاوی برف و مناطق یخچالی و دریاچه های یخی حضور دارند و گاهی به بیوماس بالایی هم می رسند. این محقق بیان نمود که سیانوباکترها در بسیاری از اکوسیستم ها سیانوباکترها بطور فصلی غالبند برای مثال در دریاچه های یوتروف در مناطق معتدله طی فصل تابستان غالبند. در اکوسیستم هایی با شوری بالا، محیط های حرارتی، محیط هایی با آلودگی نفتی سیانوباکترها می توانند در کل سال فراوان و غالب باشند.

Vincent (۲۰۰۷) بیان نمود که سیانوباکترها مکرراً در یخ و بیابان های سرد یافت شده اند. سیانوباکترها در مقابل سرما تحمل داشته و آنها قادر زنده بمانند و در درجه حرارت های پایین رشد کنند اما با درجه حرارت اپتیمم بخوبی در مساکن خودشان حضور خواهند داشت (Tang *et al.*, 1997). با توجه به تابش خورشید حتی درون یخ، یخ چند ساله دریاچه خشک و سیانوفیتا می توانند برای مدتی طولانی باقی بمانند و فعالیت فیزیولوژیک داشته باشند (Priscu *et al.*, 1998, 2005). اگرچه اطلاعات کمی در مورد وقوع سیانوباکترها در یخ سالانه دریا وجود دارد با این حال

- دریاچه سد ارس. نشریه توسعه آبرزی پروری، ۷ (۲)، ۴۱-۵۹.
۳. صمدی خادم، ش.، حکیمی عابد، م.، فتائی، ا.، ۱۳۹۲. بررسی پتانسیل‌های اکولوژیکی و گردشگری دریاچه نئور به منظور برنامه‌ریزی توسعه پایدار اکوتوریسم بر اساس مدل SWOT. فصلنامه علوم و مهندسی محیط زیست، ۵۷ (۴)، ۲۹-۴۳.
۴. عابدینی، م.، ۱۳۹۳. تحلیل مسائل هیدروژئومورفولوژی حوضچه آبریز دریاچه نئور اردبیل به منظور آزمایش (با تأکید بر فرسایش خاک و رسوب). فصلنامه ژئومورفولوژی، ۱ (۴)، ۱۱۱-۱۳۰.
۵. قلیچی، ا.، جعفری، م.، کمالی سنزیقی، م.، ۱۳۹۵. ترکیب فیتوپلانکتونی و نقش آن در میزان تولید ماهی کپورنقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۰ (۴)، ۹۱-۱۰۲.
۶. موسوی ندوشن، ر.، سامان پژوه، م.، عمادی، ح.، فاطمی، م.ر.، ۱۳۹۰. ساختار جمعیت موجودات ماکروبتوز دریاچه نئور اردبیل. مجله علمی شیلات ایران ۲۰ (۳)، ۱۴۲-۱۲۹.

بطور کلی بنظر می‌رسد دریاچه نئور از نظر مواد مغذی بالا و همچنین تراکم فیتوپلانکتونی یوتروف بوده بطوریکه از نشانه‌های یوتروپی آن غالبیت سه شاخه فیتوپلانکتونی دیاتومه‌ها، جلبک‌های سبز و سبز-آبی می‌باشد. میزان زیاد فسفات در غالبیت سیانوفیتا در این دریاچه نقش بسزایی دارد. با توجه به اینکه ارتفاع این دریاچه از سطح دریا ۲۵۰۰ متر و درجه حرارت آن در محدوده بالایی نمی‌باشد، میزان تراکم بالای فیتوپلانکتون در این بررسی حاکی از تغذیه نشدن آن و احتمالاً خورده شدن گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی و گاماروس توسط ماهی کاراس می‌باشد. لذا اگر تدابیری جهت حذف کاراس اندیشیده شود میزان ذخایر گاماروس و زئوپلانکتون افزایش یافته و می‌توان به زیست و تولید قزل‌آلا در این دریاچه اقدام نمود.

### سپاسگزاری

از کلیه همکاران محیط زیست استان اردبیل و پژوهشکده آبرزی پروری آبهای داخلی که حمایت‌ها و مساعدت‌های وافری طی اجرای پروژه داشتند تشکر می‌نمایم.

### منابع

۱. خداپرست، ح.، ۱۳۹۵. مطالعات مدیریت جامع دریاچه نئور به منظور احیاء و حفاظت پایدار از جلد سوم مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت اکولوژیک دریاچه نئور پژوهشکده آبرزی پروری آبهای داخلی (بندر انزلی)، ۱۳۵ صفحه.
  ۲. سبک آرا، ح.، مکارمی، م.، ۱۳۹۲. پراکنش و فراوانی پلانکتونی و نقش آنها در پرورش ماهی در
7. American Public Health Association (APHA) (2005). Standard methods for Examination of water and Wastewater, 21th Edition, APHA, Washington D C.
  8. Bagheri, S., Mansor, M., Makaremi, M., Sabkara, J., Wan-Maznah, W.O., Mirzajani, A., Khodaparast, S.H., Ghandi, A. and Khalilpour, A., 2011. Fluctuations of phytoplankton community in the coastal waters of Caspian Sea in 2006. American Journal of Applied Sciences, 8, 1328-1336.

- B. D., Pinckney, J.L., 1998. Perennial Antarctic lake ice: an oasis for life in a polar desert. *Science*, 280:2095–2098.
18. Richardson, A.J., 2008. In hot water: zooplankton and climate change *ICES J. Marine Science*, 65: 279–295.
  19. Tang, E.P., Tremblay, R., Vincent, W.F., 1997. Cyanobacterial dominance of polar freshwater ecosystems: are high-latitude mat-formers adapted to low temperature? *Journal of Phycology*, 33, 171±181.
  20. Vincent, W.F., 2007. Cold tolerance in cyanobacteria and life in the cryosphere. In: Seckbach J (ed). *Algae and cyanobacteria in extreme environments*. Springer (in press)
  21. Whitton, B.A., 2012. *Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time*,
  9. Bellinger, E. G., Sigeo, D. C., 2010. Introduction to Freshwater Algae. In: BELLINGER, E. G. & D. C. SIGE (Eds.), *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*, 265P. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
  10. Boraso de Zaixso, A., 2004. Chlorophyta marinas de la Argentina. *Historia Natural (Segunda Serie)*. 3, 95-119.
  11. Boyd, P.W., 2007. Mesoscale iron enrichment experiments 1993–2005: Synthesis and future directions. *Science*, 315: 612–617.
  12. D'souza, N. A., Kawarasaki, Y., Gantz, J. D., Lee, R. E., Beall, B. F., Shtarkman, Y. M., Koçer, Z. A., Rogers, S. O., Wildschutte, H., Bullerjahn, G. S., McKay, R.M., 2013. Diatom assemblages promote ice formation in large lakes. *International Society for Microbial Ecology Journal*, 7(8), 1632-40.
  13. Komarek, J., Angnosidis, K., 2005. Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales. In: BÜDEL, B., L. KRIENITZ, G. GÄRTNER & M. SCHAGERL (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2, pp. 1-759. Elsevier/Spektrum Akademischer Verlag, München.
  14. Li S. and Mathias, J., 1994. *Freshwater Fish Culture in China: Principles and Practice*, Volume 28, 1st Edition, U.S, Elsevier Science. 445 p. ISBN: 9780444888822
  15. Mirzajani, A.R., Heidari O., Khodaparast Sharifi, H., 2011. Some biological aspects of *Gammarus lacustris Sars* in Neur Lake Ardabeel province, Iran. 1863. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(2), 242-253.
  16. Priscu, J.C., Fritsen, C.H., Paerl, H.W., Fritsen, C.H., Dore, J.E., Lisle, J.T., Wolf, C.F., Mikuchi, J.A., 2005. Perennial Antarctic lake ice: a refuge for cyanobacteria in an extreme environment. In: Castello JD, Rogers SO (eds) *Life in ancient ice*. Princeton Press, Princeton, 22–49, 336 pp.
  17. Priscu, J.C., Fritsen, C.H., Adams, E.E, Giovannoni, S.J., Paerl, H.W., McKay, C.P., Doran, P.T., Gordon, D. A., Lanoil,