





پوهنتون جوزجان
معاونیت تحقیقات و مجله علمی
آمریت مجله علمی



دوره ۲، شماره ۱ (مسلسل ۲)، بهار و تابستان ۱۴۰۳

حوزه فعالیت
علوم انجنیری

مجله علم - تحقیقات و پژوهش

دوره ۲، شماره ۱ (مسلسل ۲)، بهار و تابستان ۱۴۰۳

صاحب امتیاز: پوهنتون جوزجان

مدیر مسؤول: پوهنمل دوکتور عبدالصیر محمودزاده

سر دبیر: پوهنمل سید نقیب الله هاشمی

اعضای هیأت تحریر

پوهاند محمد هاشم صدیقی

پوهنوال مسعود حقبین

پوهنوال محمدی طغیان

پوهندوی عبدالناصر جوهر

پوهندوی محمد معروف شریفی

پوهندوی تردی مراد چناق

پوهنمل سهراب احدی

پوهنمل عبدالحلیم رحمانی

پوهنمل شیرعلی ابراهیمی

معاون تحقیقات و مجله علمی: پوهندوی دوکتور محمد اکرم حکیم

آمر مجله علمی: پوهنمل محمد علم عدیل

مدیر عمومی مجله: حبیب الله حبیبی

مدیر تصحیح متون: بسم الله یوسفی

مدیر نشریه مجله علمی: یار محمد فیضی

دیزاین: آمریت مجله علمی

تعداد صفحات: ۲۲۲

تیراژ: ۱۰۰ جلد

قطع: وزیری

سال تأسیس: ۱۴۰۲ هـ ش

ناشر: پوهنتون جوزجان

محل چاپ: وزارت تحصیلات عالی، کابل

مسئولیت صحت مطالب مقالات با نویسندگان است.

کلیه حقوق چاپ و نشر این اثر برای پوهنتون جوزجان محفوظ است. نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است.

ایمیل: sj.didgah@gmail.com – sj.didgah@ju.edu.af

صفحه انترنتی: <https://ju.edu.af>

شماره‌های تماس: +۹۳۷۸۱۶۰۰۵۳ / +۹۳۷۶۶۴۱۴۳۴۵

آدرس: ولایت جوزجان، شهر شبرغان، پوهنتون جوزجان، آمریت مجله علمی

راهنمای نویسندگان

- مجله علمی- تحقیقی دیدگاه در رشته‌های انجینیری و علوم وابسته به آن، مقالات تحقیقی جدید را که قبلاً در مجلات علمی دیگر به چاپ نرسیده و یا برای درج در آن‌ها ارسال نشده باشد، برای بررسی و داوری پذیرفته و در صورت تأیید، به ترتیب اولویت وصول چاپ می‌کند. تحقیقاتی که در سمینارها و کنفرانس‌های علمی ارائه گردیده و یا در چارچوب گزارش‌های ماهانه، سالانه و مانند آن منتشر شده باشد، نیز در این مجله قابل بررسی و چاپ نمی‌باشد.
- مسؤولیت مقاله و ترتیب نام نویسندگان (با داشتن موافقت کتبی آنان (تعهدنامه) بر عهده شخصی است که مقاله را برای مجله ارسال (نویسنده مسؤول) می‌کند و تمام مکاتیب با وی انجام خواهد شد. محصلان نیز برای ارسال مقاله باید موافقت کتبی استاد رهنما و مشاور خود را کسب کرده باشند؛ تا مقاله‌اش پذیرفته شود.
- مقاله‌های قابل چاپ در این مجله شامل مقالات تحقیقی و مروری در زمینه علوم انجینیری است که با داوری مرورگران، هیأت تحریر، مدیر مسؤول و سردبیر پذیرفته می‌شوند.

توضیحات لازم و ضروری در زمینه تهیه و ارسال مقاله

- مقاله‌ها باید به‌شکل الکترونیکی به‌صورت نسخه Word از طریق ایمیل مجله ارسال شوند.
- مقالات باید به‌صورت یک‌ستونی با حفظ ۲۵۴ سانتی‌متر حاشیه از چهار سمت بالا، پایین، راست و چپ (Normal)؛ با درج شماره صفحه و فاصله سطور ۱۰۱۵ سانتی‌متر و با فونت‌های فارسی Bahij Zar با B Nazanin و انگلیسی Times New Roman حداکثر در ۷۵۰۰ کلمه به‌صورت کامل همراه با تمام شکل‌ها، منحنی‌ها، فورمول‌ها و جدول‌ها تهیه و ارسال گردد.
- فایل اصلی مقاله بدون نام نویسندگان جهت داوری برای مرورگران ارسال می‌گردد.
- شکل‌ها، منحنی‌ها و جدول‌ها با کیفیت عالی تهیه شود؛ طوری که بتوان مستقیماً از آن‌ها در چاپ استفاده کرد. لازم است هر شکل با یک زیرنویس و هر جدول با یک سرنویس شماره‌بندی شده و در آن توضیحات کافی داده شود. اطلاعات زیرنویس شکل‌ها و سرنویس جدول‌ها گویا باشد.
- متن انگلیسی هر بخش از متن فارسی آن دو اندازه کوچکتر باشد.
- همه صفحات مقاله و تمام جدول‌ها و شکل‌ها شماره‌گذاری شوند. همچنین تمام اشکال و جدول‌ها باید فارسی دری باشند.

برای ارسال مقاله به‌صورت الکترونیکی، مراحل زیر لازم است:

- ✓ تکمیل فورم (تعهدنامه) مقاله و مشخصات نویسندگان؛
- ✓ ارسال مقاله به‌صورت کامل به ایمیل آدرس‌های sj.didgah@ju.edu.af / sj.didgah@gmail.com
- ✓ تأیید نهایی مقاله برای آغاز بررسی؛
- ✓ چگونگی پذیرش یا اصلاح خوردگی (Comment) مقاله به اطلاع نویسنده مسؤول که با علامه ستاره در لیست نویسندگان مشخص می‌شود، خواهد رسید.

ترتیب و شرح قسمت‌های مختلف مقاله

مقالات ارسالی شامل عنوان، چکیده و کلمات کلیدی به زبان اصلی و انگلیسی، مقدمه، مواد و روش، یافته‌ها و نتایج، مناقشه (بحث)، نتیجه‌گیری، پیشنهادات (اختیاری)، سپاس‌گزاری (اختیاری) و منابع مورد استفاده (به سبک APA) باشد.

صفحه مشخصات مقاله: این قسمت در یک صفحه مجزا، معرف عنوان مقاله، اسم، تخلص، رتبه علمی، دبیرتمنت، پوهنخی، پوهنتون، شهر، کشور، ایمیل آدرس و آرکید نمبر نویسنده یا نویسندگان مقاله و همچنین تمامی این مشخصات با چکیده فارسی و انگلیسی به ترتیب به‌صورت فارسی و انگلیسی درج شوند.

عنوان: عنوان مقاله حداکثر در ۱۴ کلمه، حاوی موضوع کلی، متغیرهای اصلی و رابطه آن‌ها، هماهنگ با متن مقاله و عاری از اختصارات باشد.

چکیده فارسی: چکیده مقاله در ۱۵۰ الی ۲۰۰ کلمه، بیانگر مسئله تحقیق، اهمیت و ضرورت تحقیق، هدف تحقیق، روش تحقیق و یافته‌ها و نتایج به دست آمده و در اخیر نتیجه‌گیری کلی از تحقیق در یک پاراگراف باشد. از اشاره به مراجع در چکیده خودداری گردد.

کلمات کلیدی: به منظور دسترس پذیری بیشتر و بهتر مقاله در سایت‌ها، کلمات کلیدی که بر گرفته شده از عنوان کلی مقاله و عناوین بدنه مقاله باشند، به ترتیب الفبا یا عناوین بدنه مقاله با کامه از هم جدا در نظر گرفته شوند. تعداد کلمات کلیدی بین ۴ الی ۷ کلمه در نظر گرفته شود.

مقدمه: در این بخش باید موضوع مورد تحقیق، معرفی و فرضیه مورد نظر نیز تعریف گردد، همچنین به کارهای تحقیقی انجام شده قبلی اشاره و زمینه لزوم تحقیق مورد نظر تشریح شود و هدف مطالعه حاضر نیز مشخص گردد.

مواد و روش: شامل مواد مورد استفاده، شرح روش‌های جدید به کار رفته و ذکر مأخذ روش‌های متداول و شناخته شده می‌باشد. در این بخش مواد کار (داده‌های ساحه‌ای، لابراتواری، ...) به‌صورت واضح و بدون هیچ نوع حاشیه‌پردازی با تمام مشخصات لازمی حتی اگر با نرم‌افزار هم صورت گرفته باشد، بازهم از شروع تا ختم با رعایت تسلسل و Heading بیان گردد.

یافته‌ها و نتایج: در برگزیده نتایج حاصل از تحقیق به‌صورت متن، جدول، نمودار و تصویر است. از تکرار ارقام به‌صورت چندگانه (جدول، نمودار، ...) باید خودداری گردد. از مقالات چاپ شده این مجله می‌توان به‌عنوان راهنمای تهیه جدول‌ها، ترسیم نمودارها و شکل‌ها استفاده کرد.

مناقشه: در مناقشه، متغیرهای مستقل و وابسته و روابط بین آن‌ها در ایجاد نتایج حاصله با استفاده از منابع علمی دیگر، مورد بحث قرار می‌گیرد. همچنین در این قسمت برتری کار خود را در مقایسه با تحقیق دیگران به‌صورت مستند می‌توان نوشت.

نتیجه‌گیری: مقاله می‌تواند دارای یک نتیجه‌گیری کلی باشد که در آن استنتاج نهایی از تحقیق و کاربرد یا کاربردهای احتمالی آن ذکر می‌شود. همچنین در این بخش پاسخ سوالات و استنباط فرضیه‌های تحقیق در نظر گرفته می‌شود.

منابع و مأخذ: فهرست منابع مورد استفاده در انتهای مقاله باید صرفاً متشکل از منابع اشاره شده در متن بوده و به ترتیب حروف الفبای نام نویسنده/گان تهیه شود. همچنین ارجاع‌دهی درون متنی و منابع به روش APA در نظر گرفته شود.

ساختار کلی مقاله

در مجله دیدگاه ساختار ترتیبی مقاله چنین در نظر گرفته شده است:

- عنوان مقاله؛
- مشخصات نویسنده/گان؛
- چکیده؛
- کلمات کلیدی؛
- مقدمه؛
- مواد و روش؛
- یافته‌ها و نتایج؛
- مناقشه؛
- نتیجه‌گیری.

جدول ۱. نوع و اندازه خط مورد نیاز برای تدوین مقاله

عنوان	نوع خط	اندازه	وضعیت خط
عنوان مقاله	B Titr	۱۴	-
اسم و تخلص نویسنده/گان	Bahij Zar	۱۱	Bold
مشخصات نویسنده/گان	Bahij Zar	۱۰	Regular
ایمیل و اورکید نمبر	Times new roman	۸	Regular
عنوان بخش‌ها	B Nazanin	۱۳	Bold
عنوان زیر بخش‌ها	B Nazanin	۱۲	Bold
عنوان چکیده و کلمات کلیدی	B Nazanin	۱۲	Bold
متن چکیده و کلمات کلیدی	B Nazanin	۱۲	<i>Italic</i>
متن اصلی	B Nazanin	۱۲	Regular
زیر نویس فارسی	B Nazanin	۱۰	Regular
زیر نویس انگلیسی	Times New Roman	۸	Regular
عنوان جدول‌ها، شکل‌ها و گراف‌ها	B Nazanin	۱۰	Regular
متن فارسی درون جدول‌ها	B Nazanin	۱۰	Regular
متن انگلیسی درون جدول‌ها	Times New Roman	۸	Regular
منابع و مراجع فارسی	B Nazanin	۱۱	Regular
منابع و مراجع انگلیسی	Times New Roman	۹	Regular

- جدول‌ها، اشکال، تصاویر و گراف‌ها به ترتیب ارجاع داده شده در متن شماره‌گذاری شوند.
- تعداد اعشار مربوط به داده‌های هر یک از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مطابق با دقت روش اندازه‌گیری و دستگاه مورد استفاده، باشد. در مورد یک ویژگی، تا حد امکان اعشار یکسان باشد.
- در صورتی که جمله‌ای با اعداد ریاضیکی شروع شود، به‌صورت حروفی نوشته شود. در این صورت واحد اندازه‌گیری نیز باید حروفی باشد. مثال: "بیست میلی‌گرم در لیتر روی محلول اضافه شد".

جدول ۲. واحدها اندازه‌گیری

شماره	نوعیت شکل	واحد اندازه‌گیری	سمبول	ملاحظات
۱	طول	کیلومتر، هکتومتر، متر، سانتی‌متر، میلی‌متر، میکرومتر، نانومتر،...	Km, Hm, m, cm, mm, μm , nm,...	
۲	سطح	هکتار، جریب، مترمربع، سانتی‌مترمربع،...	Ha, Gr, sq, cm^2 ,...	
۳	حجم	لیتر، مترمکعب، سانتی‌مترمکعب، میلی-مترمکعب،...	Li, m^3 , cm^3 , mm^3 ,...	
۴	کنله	کیلوگرام، گرم، میلی‌گرم، میکروگرام، نانوگرام،...	Kg, gr, mg, μg , ng,...	
۵	عملکرد	کیلوگرام در هکتار، لیتر در هکتار،...	kg ha, L ha	
۶	انرژی	ژول، ژول در مترمربع، وات در مترمربع	J, J/m, W/m	
۷	فشار	مگاپاسکال	Mpa	
۸	درجه حرارت	درجه سانتی‌گراد، درجه فارنهایت، درجه کالوین	C, F, K,	
۹	تعرق	میلی‌مول (آب) در مترمربع در ثانیه	$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	
۱۰	فتوسنتز	میکرومول	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	
۱۱	غلظت	گرم در لیتر، مول در لیتر، میلی‌مول در لیتر، میکرومول در لیتر، نانومول در لیتر، ...	g/L, mol/L, mmol/L, $\mu\text{mol/L}$, nmol/L	

فهرست مطالب

- ۱..... بررسی میزان گسترش کمپلکس طبقات نفت و گازخیز نیوکوم در قسمت شمال افغانستان
پوهنوال مسعود حقین، پوهندوی عبدالناصر جوهر، پوهنوال غلام سخی نظری
- ۱۷..... بررسی غلظت و اثرات عناصر سبک و سنگین در آب‌های سطحی و زیرزمینی قریه زنگلان
پوهنوال احمد تیموری، پوهنمل شهناز تیموری، همایون بارک رحمانی
- ۳۱..... طرح‌ریزی شیمای تکنالوژیکی سیستم تجمع و تصفیه معدن جوراسیک ساحه گازدار
پوهنوال محمدی طغیان، پوهندوی بابر جان فیضی، پوهنمل فرهاد جلالی
- ۵۱..... بررسی منافع اجتماعی جایگزین CNG به مواد سوخت دیگر غرض کاهش آلاینده‌گی
پوهنوال عبدالجمیل حیدری
- ۶۵..... بررسی تأثیر گنبد نمکی تاقچه‌خانه بر کیفیت آب دریای نمک آب ولایت تخار
پوهنمل محمد عارف نیرو، پوهنوال محمد فرید علی‌یاور، نثار احمد بهیج
- ۸۹..... بررسی عوامل مؤثر بر انتخاب نوع ریاکتور (بستر ثابت یا بستر سیال) در صنایع کیمیاوی
پوهنمل عبدالحمیم رحمانی
- ۱۱۱..... بررسی نقش مبدل‌های کتلستی در آگزوز وسایط نقلیه جهت کاهش آلودگی هوا
پوهنمل عبدی محمد عبدی، پوهاند اسرارالدین گلزاد
- ۱۲۹..... انتخاب روش استخراج مناسب برای قسمت غربی معدن زغال‌سنگ شباشک نظر به قاعده
پوهنیار اسحق علی محمدی، پوهنمل سیدعلی آقا هاشمی
- ۱۴۳..... جلوگیری از فرسایش تجهیزات صنایع کیمیاوی با استفاده از تعمیرات و روش‌های مختلف
پوهنیار محمد ناصر نظری
- ۱۵۷..... راهکار نوین برای بهبود کیفیت هوا: نمونه اولیه دستگاه تصفیه کننده هوا
پوهنیار علی مسلم امیری، تسلا خوشگوار، نامزد پوهنیار روح الله فیاض
- ۱۷۳..... مطالعه ویژگی‌های توپوگرافیک و نقش آن در انتخاب مکان‌یابی شهری افغانستان
پوهنیار حبیب‌الرحمان قاسمپور
- ۱۹۵..... بررسی کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم گذر انصاری شهر مزار شریف
نامزد پوهنیار سید محمد حسینی، پوهنیار امید احمد عطایی، پوهندوی محمد معروف شریفی
- ۲۱۱..... بررسی سطح آگاهی محیط زیستی محصلان پوهنتون جوزجان
نامزد پوهنیار شمس الحق شیرزاد، نصیراحمد ناصری

بررسی میزان گسترش کمپلکس طبقات نفت و گاز خیز نیوکوم در قسمت شمال افغانستان

مسعود حقین^{۱*}، عبدالناصر جوهر^۲، غلام سخی نظری^۳

*۱. پوهنوال، دیپارتمنت نفت و گاز، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شیرغان، افغانستان (نویسنده

مسئول). masoudhaqbin@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0003-4480-4713>

۲. پوهندوی، دیپارتمنت نفت و گاز، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شیرغان، افغانستان.

nasirjawher24@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0007-8887-4464>

۳. پوهنوال، دیپارتمنت نفت و گاز، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شیرغان، افغانستان.

ghulamsakhinazari99@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0001-3968-4580>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۱۷)

چکیده

قسمی که برای تعیین میزان ذخایر نفت و گاز ساحات گازدار، مطالعه خصوصیات آن حتمی می باشد. بناءً در موضوع تحقیق حاضر، مقاطع خصوصیات کمپلکس یاروس های ولانژین، هتریوین و باریم مورد مطالعه قرار گرفت. اهداف این تحقیق، مشخص ساختن طبقات شامل کمپلکس یاد شده در شمال افغانستان، تعیین میزان گسترش آن در ساحات مورد مطالعه، بر ملا ساختن مشخصات احجار کلکتری در طبقات متمر کشف شده و نهایتاً توضیح چگونگی ترکیب لیتولوجیکی و پتروگرافیکی احجار ذخیروی می باشد. در این تحقیق، روش کار بر اساس هدف توسعه بوده و از نگاه ماهیت داده ها تحلیلی- استنباطی می باشد، همچنین جمع آوری اطلاعات به صورت کتابخانه ای انجام یافته است. در یافته ها و نتایج این تحقیق، یاروس های شامل در کمپلکس طبقات نفت و گاز خیز نیوکوم، تعیین گسترش آن، برجسته ساختن تفاوت ها در خواص کلکتری و فلتریشنی، بر ملا کردن ضخامت اعظمی طبقه متمر، تعیین قابلیت نفوذ پذیری و مشبوعیت گازی و همچنان معلوم نمودن ترکیب لیتولوجیکی و پتروگرافیکی، مشخص گردیده است.

کلمات کلیدی: احجار کلکتری، قابلیت نفوذ، مادر سنگ، مخزن، نیوکوم، هایدروکاربن.

Investigating of the extend for oil and gas Newcom layers complex, in the north of Afghanistan

Masoud Haqbin^{*1}, Abdulnasir Jawhar², Ghulamsakhi Nazari³

1.* Associate Prof, Department of Oil and Gas, Faculty of Geology and Mines, Jawzjan university, Sheberghan, Afghanistan (corresponding Author).

masoudhaqbin@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0003-4480-4713>

2. Assistant Prof, Department of Oil and Gas, Faculty of Geology and Mines, Jawzjan university, Sheberghan, Afghanistan. nasirjawhar24@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0007-8887-4464>

3. Associate Prof, Department of Oil and Gas, Faculty of Geology and Mines, Jawzjan university, Sheberghan, Afghanistan. ghulamsakhinazari99@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0001-3968-4580>

(Received: 28/05/2024 - Accepted: 08/10/2024)

Abstract

It is essential to study the characteristics of gas fields to determine the amount of oil and gas reserves. Therefore, in the present research, the sections of the characteristics of the Volansion, Hettangians, and Berriam complexes were studied. The objectives of this research are to identify the strata containing the mentioned complex in northern Afghanistan and to determine its extent in the studied areas, reveal the characteristics of the collector rocks in the discovered productive strata, and finally explain the lithological and petrographic composition of the reservoir rocks. In this research, the methodology is based on a developmental objective and is analytical-inferential in nature, with data collection carried out through library research. In the findings and results of this research, the layers included in the Neocom oil and gas-bearing complex, the determination of its extent, highlighting the differences in reservoir and filtration properties, revealing the maximum thickness of the productive layer, determining permeability and gas saturation, and also identifying the lithological and petrographic composition have been specified.

Keywords: Collector Rock, Permeability, Mother Rock, Reservoir, Newcomb, Hydrocarbon.

۱. مقدمه (Introduction)

اکتشاف نفت و گاز، جستجوی است که توسط جیولوجست‌ها و جیوفزیک‌دانان به‌خاطر یافتن ذخایر هایدروکربنی در زیر سطح زمین؛ مانند نفت و گاز طبیعی، صورت می‌گیرد. موضوع اکتشاف طبقات و ساحات نفت و گازدار یکی از موضوعات علم جیولوجی نفت و گاز می‌باشد (جوهر، ۱۴۰۰).

پیشبرد امور اکتشافی در ساحات متفاوت نفت و گازدار، این امکان را میسر می‌سازد؛ تا تجمع‌گاه‌های هایدروکربنی کشف شده و جدید، به‌گونه دقیق‌تر ارزیابی شود.

ساحات معدنی که تجمع‌گاه‌های هایدروکربن‌ها تلقی می‌شوند، در حدود حوزه‌های رسوبی به اشکال عناصر برجسته، با انباشته شدن رسوبات کم و عملکرد اندک فشار جیوستاتیک، در منافذ و خلاءهای احجار ذخیروی، شکل می‌گیرد. این تجمع‌گاه‌ها در اطراف خمیدگی‌ها؛ یعنی در جناحین کانون‌های تشکیل (محل تولید قیروجنین - kerogen در احجار مادری) و کنار حوزه‌های رسوبی اخذ موقعیت کرده و محفظه‌های آن (در ساختمان‌های انتی‌کلاینی و غیر انتی‌کلاینی) تحت شرایط جیولوجیکی و هایدروجیولوجیکی، از نفت و گاز هجرت یافته مراکز شکل‌پذیری (کانون‌های تشکیل)، با توجه به چگونگی قرار گرفتن محل استقرار (تجمع‌گاه‌ها) در مسیر هجرت، مشبوع و مملو می‌شود (میرزاد و جوهر، ۱۳۹۱).

به‌خاطر تغییر شکل مواد عضوی به قیروجنین، منبع انرژی، فشار و درجه حرارت است که تا حدودی در رسوبات آن (مواد عضوی) موجود بوده، بالاث‌ر نزول بیشتر طبقات و افزایش احجار ترسبی قسمت بالایی، ازدیاد می‌یابد (میرزاد و جوهر، ۱۳۹۱).

پیشبرد امور بررسی گسترش طبقات نفت و گازخیز از این لحاظ اهمیت دارد که با دریافت معلومات درباره مشخصات لیتولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و کیمیاوی احجار ذخیروی، می‌توان ذخایر پوتنسیلی هایدروکربن‌ها را در ساحات معدن‌دار، تثبیت و تعیین نمود.

اهداف کلی این کار علمی - تحقیقی را بر ملا ساختن طبقات شامل در کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم در شمال افغانستان، مشخص کردن حد گسترش آن در ساحات تحت مطالعه، بررسی مشخصات احجار کلکتری و نهایتاً توضیح چگونگی ترکیب لیتولوژیکی و پتروگرافیکی احجار ذخیروی کمپلکس یاد شده، تشکیل می‌دهد.

مسائل اساسی که قبل از اجرای این تحقیق مطرح و با تکمیل آن پاسخ دریافت گردیده، عبارت است از:

۱- کدام طبقات در کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم شامل بوده و ضخامت آن در ساحات

متفاوت شمال افغانستان، چگونه است؟

۲- در کدام ساحات قسمت شمال افغانستان کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم گسترش یافته است؟

۳- احجار کلکتری کمپلکس نیوکوم در کدام ساحات متمرکز است، نوعیت معادن چه بوده و از نظر ترکیب لیتولوژیکی و پتروگرافیکی چگونه می باشد؟

۲. مواد و روش (Material and Method)

در پیشبرد و نگارش این اثر علمی- تحقیقی، روش کار بر اساس هدف توسعه بوده و از نگاه ماهیت داده ها تحلیلی- استنباطی می باشد، همچنین جمع آوری اطلاعات به صورت کتابخانه ای انجام یافته است.

طی پیشبرد این کار تحقیقی در قدم اول مآخذ علمی و راپورهای معتبر مطالعه شده، بعداً از ساحات مختلف معدن دار جرقق، انگوت معلومات و داده های ضروری جمع آوری و در اخیر با استفاده از دانش مسلکی و مهارت های کمپیوتری تحلیل علمی رشتوی راجع به حد گسترش کمپلکس طبقات نفت و گاز خیز نیوکوم در قسمت شمال افغانستان، صورت گرفته است.

۱.۲. معرفی ساحه تحقیق

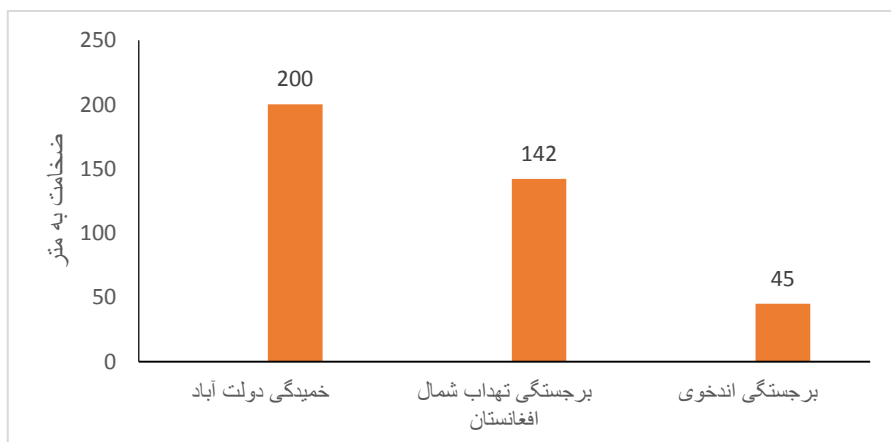
در مقطع جیولوجیکی قسمت شمال افغانستان کمپلکس یاروس های والانژین (K_1^v -سویت های قره بیل و المراد)، هتریوین (K_1^h -سویت قزل تاش) و باریم (K_1^{br} -اکوزبلاق)، نیز شامل می باشد. احجار شامل در کمپلکس متذکره در تمام قسمت های منطقه مورد مطالعه، گسترش داشته که در آن رسوبات سنگ های ریگی- گل دار سرخ رنگ، با تناوبی از سنگ های ریگی، الیورولیت های خاکستری و خاکستری تیره با طبقات کم ضخامت سنگ های چونه و انهایدرایت حصه گرفته است.

در این مقطع (کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم)، سه مخزن طبیعی طبقه ای؛ یعنی تجمع- گاه های هایدروکاربن ها در رسوبات سویت های کارابیل و المراد، طبقه کلکتری XIVA، در رسوبات هتریوین- طبقه کلکتری XIV و در باریم تحتانی- طبقه کلکتری XIII، از هم تفکیک می شود.

مخزن طبیعی قره بیل- المراد نظر به موقعیت ترانسگریشنی (پیشرفت ترسبات بحری) رسوبات آن بالای احجار قدیمه پالیوزئیک دارای انکشاف وسیع ساحوی، نمی باشد. چنانچه این رسوبات در ساحات برجستگی میمنه و قسمت های زیاد برجستگی تهداب شمال افغانستان وجود ندارد. قسمت کلکتری مخزن طبیعی (طبقه XIVA) متشکل از تناوب سنگ های ریگی آهک دار، گراولیت ها و کانگولومیرات های خاکستری و نسواری سرخ رنگ با طبقات کم ضخامت

الیورولیت و گل می‌باشد. ترکیب مواد رسوبی در مقطع متذکره به ترتیب از سنگ ریگی- الیورولیتی از شمال به طرف جنوب و از غرب به طرف شرق منطقه مورد مطالعه، ازدیاد می- یابد. از همین رو، خواص کلکتری سنگ‌های ریگی و الیورولیت‌های طبقه XIVA در حدود زیاد تغییر می‌نماید. چنانچه تفاوت خواص حجمی آن‌ها در ساحه معدن دار جرق‌دق ۲۵۹٪ و در انگوت ۲۲.۲۴٪ بوده و به همین ترتیب، خواص فلتریشنی کلکترها از ۲۴۲.۹ ملی‌داری در ساحه معدن دار انگوت تا یک ملی‌داری و در ساحه معدن دار خواجه‌برهان تغییر می‌نماید (حق‌بین، ۱۳۸۹).

ضخامت اعظمی طبقه XIVA، توسط چاه‌ها، در قسمت جنوبی خمیدگی دولت‌آباد (تا ۲۰۰ متر)، قسمت جنوب غربی برجستگی شمال افغانستان؛ یعنی در ساختمان‌های محلی آق‌دریا و انگوت (به ترتیب ۱۲۰ متر و ۱۴۲ متر)، باز گردیده است. به طرف برجستگی میمنه؛ یعنی در شمال ساحات متذکره (آق‌دریا و انگوت) برجستگی تهداب شمال افغانستان کاهش ضخامت طبقه ریگی محسوس بوده که حتی ناپدید شدن کامل آن، نیز در بعضی قسمت‌ها دیده می- شود. در حدود برجستگی اندخوی ضخامت طبقه XIVA به ۳۰-۴۵ متر می‌رسد. در قسمت تحتانی طبقه XIVA احجار گلی موجود است که ترتیب آن به درجات مختلف از گچ‌دار تا قسماً طبقه‌ای الیورولیت‌دار با رنگ‌های مختلف، تغییر می‌نماید. در بعضی قسمت‌های مقاطع یاد شده این طبقه، دارای لایه‌های کم ضخامت الیورولیت، سنگ‌های ریگی میده‌دانه و میرگل‌ها بوده و احجار متذکره در ساحات نزول یافته منطقه، دارای گسترش بیشتراند؛ که نتیجه و تحلیل این موضوع به‌گونه مسلکی ضمن کاربرد پروگرام کمپیوتری اکسیل در گراف (۱)، نشان داده شده است.



گراف ۱. ضخامت اعظمی طبقه هتریون در ساحات مختلف شمال افغانستان

رسوبات این طبقه (XIVa) در قسمت‌های عمقی ساحات خمیدگی دولت‌آباد، خماب، برجستگی اندخوی و هم‌چنان بخش‌های انجام غربی برجستگی تهداب شمال افغانستان؛ یعنی جاهای که ضخامت این رسوبات از شرق به طرف غرب از ۲۴ متر (خواجه گوگردک)، تا ۱۴۰ متر (ساحه قرتماش) تغییر می‌نماید، گسترش وسیع دارد. پوش محافظوی طبقه XIVa را گل‌های سرخ‌رنگ و طبقات کم ضخامت الیورولیتی، گچی، سنگ‌های چونه‌ای و دولومیتی سویت المراد، تشکیل می‌دهد. در مقطع این سویت XIVa، طبقات کم ضخامت سنگ‌های ریگی با عدسیه‌های کانگولومیرات‌ها، نیز دیده می‌شود. ضخامت اعظمی پوش محافظوی در خمیدگی دولت‌آباد و قسمت جنوب غربی میگا برجستگی تهداب شمال افغانستان، ۵۵ الی ۷۵ متر، تثبیت گردیده است. به طرف جنوب غرب (برجستگی میمنه) و شرق (ساحات مرکزی برجستگی تهداب شمال افغانستان)، ضخامت آن کاهش یافته و بالاخره از بین می‌رود. در برجستگی اندخوی ضخامت پوش محافظوی از ۳۸ تا ۴۶ متر، می‌رسد.

کلکترهای طبقه هتریف تحتانی (XIVa) در ساحه خانقا، برجستگی میمنه و ساحه معدن دار یتیم‌تاق مورد آزمایش قرار گرفته که در نتیجه جریان آب طبقه‌ای با گاز منحل (در یتیم‌تاق)، حاصل گردیده است (قائم، ۱۳۸۹).

در مقطع کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم دو مخزن طبیعی هتریون (XIV) و قسمت تحتانی باریم (XIII) تثبیت گردیده است.

طبقه نفت و گازخیز هتریون (XIV) دارای مشخصه با وسعت بیشتر در منطقه مورد مطالعه، برجسته گردیده که متشکل از سنگ‌های ریگی سرخ‌رنگ میده‌دانه، متوسط‌دانه و ندرتاً بزرگ‌دانه فلدشپات‌دار-کوارسیت‌دار می‌باشد و در بین آن‌ها طبقات کم ضخامت الیورولیت‌ها و گل‌های که مقدار آن به جهت فوقانی مقطع ازدیاد می‌یابد، نیز دیده می‌شود. قسمت فوقانی آن متشکل از الیورولیت‌ها و گل‌های نسواری و خاکستری سبزنمای ابرک‌دار، می‌باشد.

سه نوع ساختمان مقطع کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم را با ترکیب تقریباً ۱۰-۱۵ درصد الیورولیت از هم جدا می‌نماید: نوع اولی که دارای مقدار بیشتر سنگ‌های ریگی بوده و در قسمت‌های جنوب شرقی منطقه؛ یعنی نشیب‌های غربی برجستگی شمال افغانستان توسعه داشته و در آن سنگ‌های ریگی با مقایسه ساحات دیگر بزرگ‌دانه‌تر، می‌باشد. چنین سنگ‌های ریگی در این‌جا ۳-۵۵ درصد مقطع را تشکیل داده که در آن حد ذرات متوسط‌دانه ۳۵-۴۰ درصد و میده‌دانه ۳۲-۳۵ درصد می‌باشد. نوع ساختمان دومی مقطع طبقه نیوکوم، مشخصه ساحات شمال غربی منطقه (ساحات جمعه و اسک) بوده که در آن ضخامت ترسبات گلی

ازدیاد می‌یابد. مقدار گل در این جا با مقایسهٔ ساحهٔ معدن دار انگوت تقریباً دو برابر ازدیاد یافته و ۲۵٪ قطع مذکور را تشکیل می‌دهد. سنگ‌های ریگی در این جا می‌دهدانه و مقدار آن‌ها از ۶۰-۶۳ درصد در مقاطع چاه‌ها اندازه شده است. ساختمان سوم در مقطع کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم در چاه‌های قسمت جنوب شرقی خمیدگی دولت‌آباد و برجستگی میمنه، تثبیت گردیده است. این نوع مقطع با مقایسه انواع دیگر، نظر به ازدیاد گل‌داری و تساوی تناوب طبقات سنگ‌ریگی و گل آن تفکیک می‌شود. ضخامت اصغری طبقهٔ نیوکوم در برجستگی میمنه از ۰ تا ۵۰ و ندرتاً الی ۷۵ متر می‌رسد. ساحات خمیدگی خم‌آب- برجستگی اندخوی و نواحی هم‌جوار آن؛ یعنی بلاک خواجه گوگردک که ضخامت آن از ۱۱۵-۱۴۵ متر تغییر می‌نماید. ضخامت اعظمی طبقهٔ نیوکوم در چاه‌های خمیدگی دولت‌آباد و بلاک سرپل از ۱۶۰-۱۷۵ متر در تغییر می‌باشد. ضخامت کلکترها در مقطع طبقهٔ هتریون XIV حتی در یک ساحهٔ از یک عنصر تکتونیکی در حدود بیشتر از ۱۵-۳۰ تا ۸۰-۱۰۰ متر تغییر نموده که در این صورت ضخامت مؤثر مشبوع از نفت و گاز در آن از ۵-۳۵ متر و گاهی از ۵۳.۶ متر (ساحهٔ معدن دار جرق‌دق) تا ۷۰-۸۰ متر (ساحهٔ معدن دار یتیم‌تاق و خواجه گوگردک) تغییر می‌نماید (ودود، ۱۳۸۷).

جدول ۱. ضخامت طبقهٔ مؤثر مشبوع هتریون

شماره	ساحه معدن دار	ضخامت به متر
۱	جرق‌دق	۰-۳۵ تا ۵۳.۴
۲	یتیم‌تاق و خواجه گوگردک	۷۰-۸۰

تخلخل سنگ‌های ریگی و الیورولیت‌های این طبقه (نیوکوم) بسیار زیاد تغییر نموده؛ یعنی حتی در حدود یک ساختمان محلی، ۲-۳ برابر می‌شود. حدود آن در ساحات منطقهٔ مورد مطالعه از ۶-۲۸ درصد و در یک ساختمان محلی ۲-۳ مرتبه تغییر می‌یابد. قابلیت نفوذپذیری احجار کلکتری مربوط به دانه‌دار بودن و تخلخل بوده است. از این رو، در یک حد زیادی تقریباً از غیر قابل نفوذ از ده‌ها ملی‌داری از ۵۰۰-۶۳۳ و ۷۹۸.۶ ملی‌داری به ترتیب در خواجه‌برهان، خواجه‌گوگردک و انگوت تغییر می‌نماید. در ساحهٔ معدن دار قشقری کلکترها دارای قابلیت نفوذ متوسط (۲۴۳.۶ ملی‌داری) بوده و صرف در یک اندازه‌گیری آن تا به ۳.۶ ملی‌داری می‌رسد.

تا کنون در طبقهٔ شمر هتریون (XIV) یازده معدن هایدروکاربونی که از آن جمله ۴ معدن آن، گاز کاندنسات و گاز، یک معدن گاز با حاشیهٔ نفتی و شش معدن نفت می‌باشد، کشف

گردیده است. تجمعات گاز کاندنسات و گاز در ساحات معدن دار یتیم‌تاق، خواجه‌گوگردک، جرقدق و شکرک (معدن گاز) برجستگی تهداب شمال افغانستان و برجستگی اندخوی ارتباط دارد، کشف شده است. تجمع‌گاه‌های نفتی در بلاک سرپل برجستگی تهداب شمال افغانستان، شامل ساحات معدن دار انگوت، آق دریا و قشقری و درخیمدگی دولت‌آباد: ساحات معدن دار زمردسای و بازارکمی و هم‌چنان جناح جنوب غرب برجستگی میمنه، زون برجسته جکدک، ساحه معدن دار علی‌گل بوده که با حفر چاه‌های تفحصاتی، تثبیت گردیده است.

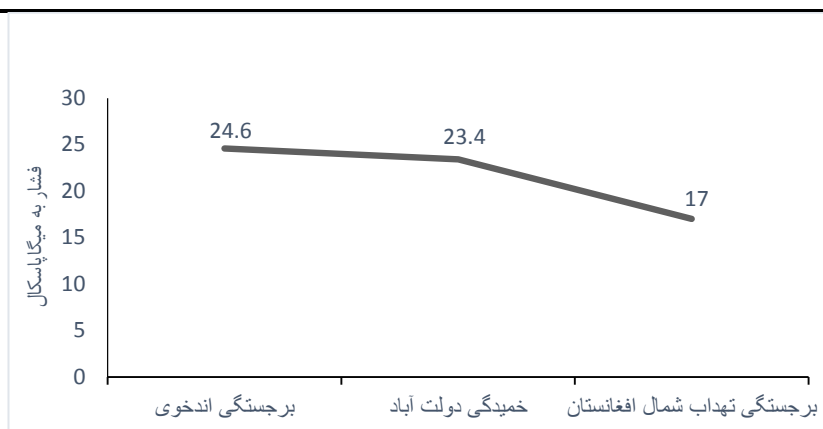
اکثریت معادن کشف شده، طبقه‌ای گنبدی بوده که توسط شکستگی‌ها مغلق گردیده و از جمله تجمع‌گاه‌های نوع تکتونیکی پرده‌دار (طور مثال ساحات معدن دار انگوت و بازارکمی)، به حساب می‌آید. در بعضی ساحات معدن دار، معادن کاملاً شکل طبقه‌ای (یتیم‌تاق، خواجه-گوگردک و جرقدق) را داشته و بسیاری از آن‌ها حالت شناور بالای آب (انگوت، قشقری، آق دریا، شکرک، بازارکمی و زمردسای) را دارند. در ساحه معدن دار جرقدق، دو معدن گاز در طبقه هتریون (XIV)، تثبیت شده است.

مشبوعیت نفتی کلکترهای متمرکز در ساحات معدن دار از ۵۷٪ (زمردسای) تا ۷۸.۲٪ (انگوت) می‌رسد. مشبوعیت گازی احجار ذخیروی ساحات معدن دار از ۵۸.۹٪ (خواجه‌برهان) تا ۷۵٪ (جرقدق) تغییر می‌نماید.

فشار طبقه‌ای در معادن دارای کمیت اصغری بوده که در ساحات معدن دار بلاک سرپل برجستگی تهداب شمال افغانستان از ۱۳.۴ تا ۱۷ میگاپاسکال، در معادن ساحات معدن دار خمیدگی دولت‌آباد به ۲۱.۹-۲۳.۴ میگاپاسکال و در بلاک خواجه‌گوگردک از ۱۹.۲ میگاپاسکال، (خواجه‌برهان) تا ۲۴.۶ میگاپاسکال (ساحه معدن دار خواجه‌گوگردک)، تغییر می‌نماید. موارد یاد شده در جدول (۲) گنجانیده شده و تحلیل آن در گراف شماره (۲) توسط پروگرام گرافر صورت گرفته است.

جدول ۲. فشار طبقه‌ای کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم در قسمت شمال افغانستان

شماره	ساحه	فشار به میگاپاسکال
۱	برجستگی تهداب شمال افغانستان	۱۳.۴ - ۱۷
۲	خمیدگی دولت‌آباد	۲۱.۹ - ۲۳.۴
۳	برجستگی اندخوی	۱۹.۲ - ۲۴.۶



گراف ۲. فشار اعظمی طبقه‌ای، کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم

حرارت طبقه‌ای در معادن کشف شدهٔ ساحات معدن‌دار انگوت و قشقری از ۵۴ تا ۵۸ درجه سانتی‌گراد و در ساحات معدن‌دار خواجه‌گوگردک، زمردسای و بازارکمی تا ۸۱ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌نماید. تغییرات زیادی در خواص حجمی و مخصوصاً فلتریشنی احجار کلکترهای این طبقه به پیمان‌ه وسیع دیده شده که بالای دبت هایدروکاربن‌ها در حدود تجمعات جداگانهٔ نفت و گاز تأثیر نموده؛ یعنی محصول شبانه‌روزی حالت اصغری را در ساحات معدن‌دار خواجه‌برهان، آق‌دریا، بازارکمی و علی‌گل داشته که از ۰.۴ تا ۲۵ مترمکعب فی شبانه‌روز در تغییر می‌باشد. دبت اعظمی آن در ساحات معدن‌دار انگوت از (۱۲.۸ تا ۳۴۰ متر مکعب فی شبانه‌روز)، قشقری (از ۹ الی ۱۱۳.۶ متر مکعب فی شبانه‌روز) و زمردسای (۲۲.۵ الی ۷۲ متر مکعب فی شبانه‌روز) بدست آمده است. دبت گاز ساحات گازی بلاک خواجه‌گوگردک از ۲۰۰ الی ۷۰۰ هزار متر مکعب در شبانه‌روز تغییر نموده؛ ولی در چاه‌های ساحات معدن‌دار خواجه‌گوگردک و خواجه‌برهان، محصول شبانه‌روزی این دبت به ترتیب از ۱۷۲۵ تا ۲۳۰۰ هزار مترمکعب در ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شده است. گاز طبیعی طبقهٔ XIV اساساً بدون سلفر بوده؛ ولی در بعضی ساحات معدن‌دار بلاک خواجه‌گوگردک دارای مقدار ناچیز هایدروجن سلفاید، می‌باشد: چنان‌چه، در یتیم‌تاق ۰.۱۱ تا ۰.۱۳٪، در جردق از ۰.۱ تا ۰.۳٪ در خواجه‌برهان از ۰.۲ تا ۰.۳٪، مقدار سلفر در چاه‌های نفت از ۱.۵۲ تا ۱.۹۸٪ (خواجه‌برهان) و بیشتر از ۲.۶٪ (ساحه معدن‌دار آق‌دریا) می‌رسد. کثافت نفت از ۰.۸۵ تا ۰.۹۲ گرم فی سانتی مترمکعب، مقدار پارافین ۳-۴٪، اسفالتین از ۲ الی ۳٪ شامل است. عمق موقعیت سقف کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم در ساحات غربی برجستگی شمال

افغانستان از ۱۰۷۷-۱۳۹۰ متر (سقف طبقهٔ مئمر XIV به عمق ۱۱۸۷ تا ۱۵۱۴ متر) می‌رسد.

همین‌گونه، عمق موقعیت سقف کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم در بلاک خواجه‌گوگردک به عمق ۹۳۵-۱۲۴۵ متر و در بلاک سرپل به عمق ۱۰۳۵-۱۳۳۰ متر موقعیت دارد. در ساحات معدن‌دار برجستگی اندخوی، عمق موقعیت سقف کمپلکس یاد شده، در اعماق ۱۸۹۵ متر (جرقدق) و ۲۳۱۶ متر (شکرک) و سقف طبقه XIV به ترتیب از ۲۰۷۰ و ۲۳۱۶ متر تغییر می‌کند. در ساحات معدن‌دار خمیدگی دولت‌آباد سقف کمپلکس به عمق ۱۵۵۵-۱۵۷۳ متر (سقف طبقه XIV، ۱۶۵۰-۱۶۷۰ متر) و در ساحة معدن‌دار علی‌گل برجستگی میمنه ۸۰۰ متر (طبقه XIV به عمق ۸۷۰ متر) تثبیت گردیده است. پوش محافظوی کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم مربوط به یاروس باریم (سویت اکوزبولاق) بوده و نظر به رسوبات هتریون دارای مشخصهٔ منطقوی و توسعهٔ ساحوی می‌باشد که در قسمت تحتانی متشکل از سنگ‌های چونه و اکثراً گل‌های گچ‌دار با طبقات کم‌ضخامت، هم‌چنان سنگ‌های چونهٔ گلابی سفید رنگ طبقه‌ای درزدار بوده و در امتداد خود، دارای سنگ‌های ریگی طبقه کم‌ضخامت و میرگل‌ها با لیزن‌های انهایدرایت‌ها نیز در آن به ملاحظه می‌رسد. قسمت فوقانی سویت مذکور، متشکل از گل‌های آهک‌دار خاکستری سبز، سرخ و گلابی رنگ با طبقات کم‌ضخامت الیورولیت‌های آهک‌دار خاکستری و انهایدرایت‌ها می‌باشد.

جدول ۳. عمق موقعیت سقف کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم

شماره	ساحه	عمق به متر
۱	بلاک خواجه‌گوگردک	۹۳۵-۱۲۴۵
۲	بلاک سرپل	۱۰۳۵-۱۳۳۰
۳	برجستگی اندخوی	۱۸۹۵-۲۲۱۶
۴	خمیدگی دولت‌آباد	۱۵۵۵-۱۵۷۳
۵	برجستگی میمنه	تا ۸۰۰

احجار پوش محافظوی بسیار متکاثف (کثافت آن‌ها ۲.۵ تا ۲.۵۶ گرام فی سانتی متر مکعب) بوده که تخلخل آن‌ها ۲.۶٪ و خواص فلتریشنی از ۰.۳ تا ۰.۵ ملی‌دارسی تغییر می‌نماید. از این‌رو، پوش محافظوی کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم دارای خواص عالی پرده‌ای می‌باشد که تعدادی از معادن هایدروکاربنی طبقهٔ هتریون XIV مؤئید آن است.

در قسمت تحتانی پوش محافظوی بسیاری از ساحات معدن‌دار، طبقهٔ XIII جدا گردیده که متشکل از احجار کاربناتی و سنگ‌های ریگی بوده، تخلخل آن‌ها از ۴.۳۲٪ (جرقدق) تا ۲۰.۳٪

٪ (خواجه برهان) تغییر می نماید. قابلیت نفوذ آن ها اساساً از ۱۰.۳ ملی دارسی (خواجه برهان) تا ۱ ملی دارسی و یا عملاً غیر قابل نفوذ است که در بسیاری ساحات اکتشافی میزان آن، تغییر می نماید. در ساحات معدن دار خواجه برهان و خواجه گوگردک از کلکترهای این طبقه، جریان گاز (در ساحه جگدلک- گاز با علایم نفت) و در ساحه معدن دار علی گل (قسمت فوقانی سویت)، نفت بدست آمده است (سمسونوف، ۱۳۶۵).

ضخامت پوش محافظوی در قسمت مرکزی میگا برجستگی میمنه از ۱۷ الی ۲۰ متر (ساختمان خواجه قل) ۵۷ متر (به طرف جنوب غرب) تا ۹۷ متر (به طرف شمال شرق)، ازدیاد می یابد، در حالی که در شرق بلاک سرپل برجستگی شمال افغانستان این ضخامت به ۶۰-۶۵ متر بالغ می گردد. ازدیاد آن ها به جهت غربی و شمال غربی؛ یعنی خمیدگی دولت آباد به ۹۵-۱۱۵ متر، در برجستگی اندخوی و ساحات هم جوار بلاک خواجه گوگردک به ۱۱۰-۱۲۷ متر در خمیدگی خم آب تا ۱۵۵ متر (ساحه جمعه)، صورت می گیرد.

جدول ۴. ضخامت پوش محافظوی کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم

شماره	ساحه	ضخامت به متر
۱	برجستگی میمنه	۲۰-۱۷
۲	برجستگی تهداب شمال افغانستان	۶۵-۶۰
۳	خمیدگی دولت آباد	۱۱۵-۹۵
۴	برجستگی اندخوی	۱۲۷-۱۱۰
۵	خمیدگی خم آب	۱۵۵ تا

ترکیب لیتولوجیکی و پتروگرافیکی احجار کمپلکس نیوکوم، موجودیت بقایای حیوانات در قسمت های مختلف مقطع، مشخصات گردهای و رنگ های مختلف آن ها نشان دهنده آن است که تشکیل احجار متذکره در شرایط قاره ای (در زمان قره بیل تحتانی) آغاز و با پیشرفت بحر در زمان جوراسیک تکمیل گردیده و بعداً ترسب طبقات با تناوب شرایط قاره ای- لگونی و ساحلی بحری، صورت گرفته است. به این ترتیب، در نیمه دوم زمان والانجین پیشرفت بحر آغاز یافته که به تدریج از سمت شمال به طرف جنوب توسعه یافته و در زمان قره بیل فوقانی و المراد تمام رسوبات در شرایط قاره ای- لگونی که با مرطوب شدن اقلیم، شدت رسوبات و تشکیل احجار ریگی الویالی افزایش می یابد، صورت گرفته است. در زمان هتریون پیشرفت بحر تسریع گردیده و رسوبات آن مربوط به شرایط بحری کم عمق آب می باشد. در زمان باریم حالت رسوبات کمی تغییر نموده و تشکیل احجار کمپلکس تحت شرایط لگونی- بحری و بعداً لگونی صورت گرفته است.

شرایط رسوب احجار کمپلکس نیوکوم باعث تنقیص مواد عضوی در آن‌ها با مقایسه احجار جوراسیک در ساحات هم‌جوار شمال افغانستان (کشورهای آسیای میانه) گردیده که مقدار آن به ۰.۳ تا ۰.۶٪ می‌رسد؛ ولی بسیاری از مؤلفین یادآور شده‌اند که در ساحات نزول یافته منطقه مقدار مواد گلی در مقطع کمپلکس ازدیاد یافته و در این صورت مقدار مواد عضوی در آن‌ها نیز باید زیاد باشد. بناءً آن‌چه گفته شد، مؤیید آن است که احجار کمپلکس نیوکوم احجار مادری نفت و گاز بوده و با شرایط مساعد ترموباری، توانسته باعث تولید حجم معینی در هایدروکاربن‌ها گردد (John & Hunt, 2005).

مطالعه مشخصه تقسیم تجمعات هایدروکاربن‌ها در کمپلکس نیوکوم، توسعه نسبی پوش محافظوی ایوپاریتی جوراسیک به رسوبات فوقانی و انتشار زیاد شکستگی‌ها در منطقه، مبین جریان هایدروکاربن‌ها از احجار جوراسیک به رسوبات تباشیر تحتانی و از جمله به کمپلکس نیوکوم در بعضی از ساحات شمال افغانستان می‌باشد که این موضوع مورد تأیید بسیاری از جیولوجست‌ها نیز قرار گرفته است. از این‌رو، تجمعات نفت و گاز را در رسوبات کمپلکس نیوکوم می‌توان ایپی‌سین‌جنتیک دانست که هم توسط هایدروکاربن‌های جوراسیک و هم توسط تباشیر تحتانی (نیوکوم) به میان آمده است.

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

با تکمیل امور مرتبط به این تحقیق، یافته‌ها و نتایج حاصله را می‌توان قرار ذیل برشمرد:

۱- در کمپلکس طبقات نفت و گازخیز نیوکوم یاروس‌های ولانژین، هتریون و باریم، شامل می‌شود.

۲- احجار شامل در کمپلکس طبقات نفت و گازخیز نیوکوم؛ یعنی یاروس‌های ولانژین، هتریون و باریم، در تمام قسمت‌های شمال افغانستان گسترش داشته که رسوبات آن را سنگ‌های ریگی-گل‌دار سرخ رنگ با تناوبی از سنگ‌های ریگی، الیورولیت‌های خاکستری و خاکستری تیره، یک‌جا با طبقات سنگ‌های چونه و انهایدرایت کم ضخامت، می‌سازد.

۳- در مقطع کمپلکس نفت و گازخیز نیوکوم طبقه نفت و گازدار هتریون، قسمت تحتانی باریم و قسمت فوقانی ولانژین تثبیت شده است.

۴- تفاوت خواص حجمی طبقات کلکتری در ساحات مختلف خیلی فاحش بوده که در ساحه گازدار جرق‌دق ۲.۵۹٪ و در ساحه نفت‌دار انگوت ۲۲.۲۴٪ است و خواص فلتریشنی از یک ملی‌داری در ساحه خواجه‌برهان تا ۲۴۲.۹ ملی‌داری در انگوت تغییر می‌کند که نشان دهنده تراکم بیشتر کلکترها تحت فشار طبقات بالایی، در

قسمت‌های مرکزی‌تر نسبت به سمت جناحی، برجستگی تهداب شمال افغانستان و هم‌چنان تغییرات لیتوفاسیسی و ترکیب لیتولوجیکی می‌باشد. چنان‌چه، تفاوت سنگ‌های ریگی آهک‌دار، گراولیت‌ها و کانگلو میرات‌های خاکستری و نسواری مایل به سرخ در ساحات یاد شده، مشاهده می‌گردد.

۵- ضخامت اعظمی طبقه هتریون در خمیدگی دولت‌آباد به ۲۰۰ متر می‌رسد و کم‌ترین ضخامت را در برجستگی اندخوی دارا می‌باشد.

۶- ضخامت کلکترها در طبقه هتریون از ۱۰ الی ۳۰ متر و گاهی از ۸۰ تا ۱۰۰ متر تغییر می‌نماید. تغییر ضخامت کلکترهای مشبوع آن (هتریون) در ساحات معدن‌دار جرق‌دق، یتیم‌تاق و خواجه‌گوگردک در جدول نمبر (۱) آورده شده است.

۷- قابلیت نفوذپذیری احجار کلکتری که مربوط به میزان تخلخل و دانه‌دار بودن می‌باشد، در کمپلکس طبقات نیوکوم، تقریباً از غیر قابل نفوذ (ده‌ها ملی‌داری تا ۷۹۸.۶ ملی‌داری)، تغییر می‌کند.

۸- مشبوعیت گازی احجار کلکتری ساحات معدن‌دار از (۵۸.۹ تا ۷۵)٪ به ترتیب در خواجه‌برهان و جرق‌دق تغییر کرده و مشبوعیت نفتی آن در ساحات زمردسای و انگوت از (۵۷ تا ۷۸.۲)٪، اندازه شده است.

۹- طبقه هتریون که وسعت بیشتر را در منطقه مورد مطالعه دارد، متشکل از سنگ‌های ریگی سرخ میده‌دانه، متوسط‌دانه و گاهی تا بزرگ‌دانه فلدشپات‌دار، کوارسیت‌دار بوده و در آن طبقات کم ضخامت الیورولیت و گل‌های نسواری و خاکستری سبز نمای ابرک‌دار، می‌باشد.

۴. مناقشه (Discussion)

امور بررسی میزان گسترش کمپلکس طبقات نفت و گازخیز نیوکوم در شمال افغانستان خیلی وسیع است؛ اما آن‌چه که مهم می‌باشد، دستیابی به نتایج مرتبط به هدف تعیین شده قبلی در هر کار علمی- تحقیقی می‌باشد. از این‌که، دسترسی به مواد ساحوی و معلومات معتبر در ساحات نفتی و گازی، آسان نبوده با آن هم تلاش‌های مستمر و همکاری دوامدار گروه کاری سه نفره شامل در این کار علمی- تحقیقی باعث شده؛ تا متناسب به سؤال‌های مطروحه و اهداف کلی دست یافته و به نتیجه مطلوب رسیده، بدین وسیله به اختیار عموم علاقمندان کارهای اکادمیک، قرار داده می‌شود. از این‌که، قبلاً در این مورد هیچ مطالعه‌ای صورت نگرفته و با اجرای این کار علمی- تحقیقی جواب مسائل مطرح شده، قرار ذیل داده می‌شود:

- ۱- یاروس‌های ولانژین، هتریون و باریم در کمپلکس طبقات نیوکوم شامل است.
- ۲- گسترش یاروس‌های که در کمپلکس طبقات نیوکوم شامل است، در شمال افغانستان عمومیت داشته و ترکیب آن را سنگ‌های ریگی گل‌دار سرخ‌رنگ با تناوبی از سنگ‌های ریگی، الیورولیت‌های خاکستری و خاکستری تیره، یک‌جا با طبقات سنگ‌های چونه و انهایدرایت کم‌ضخامت، می‌سازد.
- ۳- از این‌که، تا حال در مقطع کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم، طبقه نفت و گازدار قسمت فوقانی ولانژین، هتریون، قسمت تحتانی باریم بالاثر کارهای جیولوجیکی- تفحصاتی تثبیت گردیده و در رسوبات متمر هتریون یازده معدن هایدروکربنی (چهار معدن گازی- گازکاندنسات)، یک معدن گاز به حاشیه نفتی (خواجهرهان) و شش معدن نفت (انگوت، آقدریا، قشقری، زمردسای، بازارکمی و علی‌گل)، کشف شده است. کلکترهای متمر شامل در این کمپلکس از نظر لیتولوجیکی مطالعه شده که در آن علاوه از سنگ ریگی، گل‌رس، گراولیت‌ها، الیورولیت و سنگ‌چونه شامل بوده که مشخصات پتروگرافی نیز در راپورهای ساحات متفاوت، درج است.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

از اثر کار روی این مقاله علمی- تحقیقی و با توجه به گستردگی و همچنان اهمیت موضوع، نتایج ذیل بدست آمد:

- ۱- کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم دارای تنوع جیولوجیکی، لیتولوجیکی و ساختاری قابل توجهی است که می‌تواند نقش اساسی را در تشکیل ذخایر نفت و گاز قسمت شمال افغانستان ایفا کند. این مسئله ناشی از تغییرات لیتولوجیکی، ساختاری و حد گسترش متفاوت احجار شامله آن است که باعث می‌شود؛ تا قابلیت بهره‌برداری در مناطق مختلف قسمت شمال افغانستان یکسان نباشد.
- ۲- کمپلکس نفت و گاز خیز نیوکوم در قسمت شمال افغانستان، دارای ساختمان جیولوجیکی پیچیده بوده که شامل طبقات ولانژین، هتریون و باریم با تنوعی از سنگ‌های ریگی- گل‌دار، الیورولیت‌ها، سنگ‌های آهکی و انهایدرایت‌های کم‌ضخامت است. این طبقات در مناطق مختلف، تفاوت‌های قابل توجهی از نظر لیتوفاسیسی و ترکیب لیتولوجیکی دارند.
- ۳- ویژگی‌های اساسی مخازن کلکتری این کمپلکس نیز بسیار متنوع بوده که در مناطق مرکزی، تراکم بیشتر و در اطراف با تغییرات لیتولوجیکی برجسته‌ای قابل مشاهده می‌باشد.

منابع و مآخذ

جوهر، عبدالناصر. (۱۴۰۰). اکتشاف و استخراج نفت و گاز. شبرغان: پوهنتون جوزجان.
حقبین، مسعود. (۱۳۸۹). خصوصیات تکتونیکی، ستراتیگرافیکی و ترموباری معادن نفت و گاز در پوش رسوبی قسمت افغانستان. رساله علمی و تحقیقی، شبرغان: پوهنتون جوزجان.

سمسونوف، ی. (۱۳۶۵). منطقه بندی فازی هایدروکاربن ها در پوش رسوبی پلاتفورم های جوان و قدیمه. پولیتخنیک کابل.

قائم، قطب الدین. (۱۳۹۸). ساحات نفت و گازدار افغانستان. کابل: انتشارات مستقبل.
میرزاد، امیرگل و جوهر، عبدالناصر. (۱۳۹۱). توضیح اشغال موقعیت معادن نفت و گاز در عناصر تکتونیکی و طبقات پوش رسوبی قسمت شمال افغانستان، نظریه خواص فیزیکی و کیمیاوی آن. مجله علمی جوزجان، (۷)، ۴۵-۶۷.

میرزاد، امیرگل و جوهر، عبدالناصر. (۱۳۹۱). مسئله هجرت هایدروکاربن ها از عناصر تکتونیکی خمیده به برجسته در پوش رسوبی قسمت شمال افغانستان، توسط عوامل عدیده. مجله علمی جوزجان، (۶)، ۱۲-۳۱.

میرزاد، امیرگل و ودود، احمدشاه. (۱۳۶۴). منطقه بندی عمودی تشکیل نفت و گاز در قسمت شمال افغانستان. پولیتخنیک کابل، (۲۱).

ودود، احمدشاه. (۱۳۸۷). تحلیل نظریات راجع به احجار مولد نفت و گاز و تطبیق آن در قسمت شمال افغانستان. علم و تکنالوجی، (۳۳)، ۳۱-۳۷.

ودود، احمدشاه. (۱۳۸۸). تحقیق پیرامون دورنمای نفت گازخیزی کمپلکس رسوبات جوراسیک تحتانی-وسطی در قسمت شمال افغانستان. علم و تکنالوجی، (۳۵)، ۳۴-۳۹.

John, M. & Hant. (2005). Petroleum Geology and Geochemistry (2nd ed). New York, USA.

Selley, R. (1998). Elements of Petroleum Geology (2nd ed.). New York, USA

بررسی غلظت و اثرات عناصر سبک و سنگین در آب‌های سطحی و زیرزمینی قریه زنگلان

احمد تیموری^{۱*}، شهناز تیموری^۲، همایون بارک رحمانی^۳

*۱. پوهنوال، دیپارتمنت کیمیا، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون هرات، افغانستان (نویسنده مسؤول).

ahmadtimory111@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0009-5529-9277>

۲. پوهنمل، دیپارتمنت بیولوژی، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون هرات، افغانستان.

shanzatimory@yahoo.com - <https://orcid.org/0009-0007-7831-8309>

۳. لابرات، دیپارتمنت کیمیا، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون هرات، افغانستان.

rahmani.homayoon132@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۲۴)

چکیده

امروزه یکی از مشکلات جوامع بشری آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد که این آب‌ها می‌توانند توسط عوامل مختلف آلوده گردند. هدف این تحقیق بررسی غلظت عناصر سبک و سنگین در آب‌های قریه زنگلان می‌باشد. در این تحقیق کیفیت کیمیاوی آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه، به‌خصوص عناصر سنگین که در آب می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه‌های آب زیرزمینی از چهار چاه و آب‌های سطحی از دو منطقه بالا و پایین قریه زنگلان به روش نمونه‌گیری تصادفی از اول ثور الی اخیر دلو سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری گردیده و جهت تشخیص غلظت عناصر توسط ماشین آنالیز plantest 7500-8000 تجزیه گردیده است. یافته‌ها نشان می‌دهد، مقدار آلودگی عناصر سبک و سنگین در آب‌های زیرزمینی قریه زنگلان به ترتیب عناصر سودیم 1mg/ilt، پوتاشیم 0.94mg/ilt، مگنیزیم 0.33mg/ilt، استرانسیم 0.83mg/ilt، آهن 1.12mg/ilt، زینک 1.21mg/ilt، مس 1.12mg/ilt و بیسموت 0.06mg/ilt از استاندارد بین‌المللی پایین می‌باشد و متباقی عناصر از استاندارد سازمان صحت جهانی (WHO) بالا است. در آب‌های سطحی به جزء از عنصر منگان که 0.01mg/ilt موجود است، بقیه عناصر از استاندارد بین‌المللی بالا می‌باشد. علت اصلی بالا بودن مقدار غلظت عناصر به‌خصوص عناصر سنگین در آب‌های سطحی قریه زنگلان عدم جلوگیری از اختلاط فاضلاب قول اردو ۲۰۷ الفاروق می‌باشد. هم‌چنین استفاده نادرست از کودهای کیمیاوی برای زراعت، داخل شدن فاضلاب خانگی و حیوانی به آب، نبود تصفیه‌کن‌های آب از جمله عوامل دیگری می‌باشد که این آب‌ها را ملوس به غلظت بالای عناصر سنگین نموده است.

کلمات کلیدی: تصفیه، عناصر سنگین، غلظت، فاضلاب، کود کیمیاوی.

Investigation of the Concentration and Effects of Light and Heavy Elements in the Surface and Groundwater of the Village of Zangalan

Ahmad Timory^{1*}, Shanaz Timory², Homayoon Barak Rahmani³

1*. Associate Prof, Department of education, Faculty of Chemical, Herat University, Afghanistan (Corresponding Author). ahmadtimory111@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0009-5529-9277>

2. Senior teaching assistant, Department of education, Faculty of Chemical, Herat University, Afghanistan. shanaztimory@yahoo.com – <https://orcid.org/0009-0007-7831-8309>

3. Lobrant, Department of education, Faculty of Chemical, Herat University, Afghanistan. rahmani.homayoon132@gmail.com

(Received: 02/07/2024 - Accepted: 15/10/2024)

Abstract

Today, one of the problems facing human societies is the pollution of surface and groundwater, which can be polluted by various factors. The aim of this research is to examine the concentration of light and heavy elements in the waters of the village of Zangalan. In this research, the chemical quality of surface and groundwater in the region, particularly the heavy metals present in the water, has been examined. Groundwater samples were collected from four wells and surface water samples from two areas above and below the village of Zangalan using random sampling from the beginning of May to the recent month of January in the year 2023, and were analyzed for element concentration using the Plantest 7500-8000 analysis machine. The findings indicate that the levels of light and heavy metal pollution in the groundwater of the village of Zangalan are as follows: sodium 1mg/lit, potassium 0.94mg/lit, magnesium 0.33mg/lit, strontium 0.83mg/lit, iron 1.12mg/lit, zinc 1.21mg/lit, copper 1.12mg/lit, and bismuth 0.06mg/lit, which are below the international standards. The remaining elements exceed the standards set by the World Health Organization (WHO). In surface waters, except for the manganese element which is present at 0.01mg/lit, the rest of the elements exceed international standards. The main reason for the high concentration of elements, especially heavy metals, in the surface waters of the village of Zangalan is the failure to prevent the mixing of wastewater from the 207 Al-Farooq Corps. Additionally, the improper use of chemical fertilizers for agriculture, the entry of domestic and animal wastewater into the water, and the absence of water treatment facilities are among other factors that have contaminated these waters with high concentrations of heavy metals.

Keywords: Purification, Heavy Metals, Concentration, Wastewater, Chemical Fertilizers.

۱. مقدمه (Introduction)

کیفیت آب آشامیدنی یک نگرانی مشترک برای مردم در سراسر جهان است. انسان می‌تواند روزها و حتی هفته‌ها بدون غذا زنده بماند؛ اما تنها حدود ۴ روز بدون آب زنده مانده می‌تواند. در بسیاری از نقاط جهان غلظت فلزات سنگین در آب آشامیدنی بالاتر از حد استندرد و دستورالعمل‌های بین‌المللی می‌باشد. به همین دلیل بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی که به‌طور مستقیم و بدون تصفیه مورد مصرف نوشیدنی قرار می‌گیرند که در معرض آلودگی به فلزات سنگین هستند، بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد (اصغری سراسانرو، ۱۳۹۵). در سال‌های اخیر کمبود منابع آب در سطح جهان سبب شده است که مطالعه کیفیت آب‌های زیرزمینی در کنار کمیت آن موضوع بسیاری از تحقیقات زمین‌شناسی باشد. کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی به ترکیب آب تغذیه‌ای، ترکیب کتیونی، فعالیت‌های بشری و پارامترهای محیطی که ممکن است جیوکیمیای (می‌توان علمی تعریف کرد که با کیمیای کل زمین و اجزای تشکیل‌دهنده آن سرو کار داشته و ترکیبات را تحت تأثیر قرار دهند، بستگی دارد) را تحریک نماید (نوراللهی و همکاران، ۱۳۹۸). در بسیاری از جوامع کوچک و قریه‌جات آب‌های زیرزمینی تنها منبع آب آشامیدنی است؛ اما این آب‌ها تحت تأثیر پروسه طبیعی، در حین رد شدن از روی صخره‌ها و سنگ‌ها، مواد معدنی متفاوتی را در خود حل و همراه خود جابجا می‌کنند و همچنین، منابع آب‌های زیرزمینی بیشتر تحت تأثیر پروسه‌های حاصل از فعالیت بشر نیز هستند. فلزات سنگین از طریق دفن زایدات شهری، صنایع حمل‌ونقل، فعالیت‌های زراعتی و کاربرد آفت‌کش‌ها و کودهای کیمیای در محیط انتشار یافته و اثرات نامطلوبی بر آن می‌گذارد (ولی‌نژاد؛ حسنی و صیادی، ۱۳۹۵). آب زیرزمینی یک بخش فعال از دوران هایدرولوژیکی است که اغلب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع برای نوشیدن و آبیاری شناخته می‌شود، به همین لحاظ آلودگی آب زیرزمینی یک مسئله مهم زیست محیطی بوده و تلاش‌های زیادی جهت شناسایی الگوهای کیمیای در کیفیت آب زیرزمینی و ارزیابی نتایج احتمالی آن بر سلامت انسان صورت گرفته است (شاهرخی، ۱۴۰۰). کمبود منابع آب از نظر کمی و کیفی تهدید جدی برای جمعیت دنیا به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. سیزده درصد از جمعیت جهان هنوز به منابع آب سالم دسترسی ندارند و از طرفی روش‌های متداول تصفیه آب پاسخگوی مشکلات موجود نبوده و استفاده از ابزارهای دیگر مانند نانو تکنالوژی می‌تواند یک کمک مؤثر برای تصفیه آب داشته باشد (حسین‌شاهی بندری، ۱۳۹۱). افزایش جمعیت و بالا رفتن استندردهای زندگی در بسیاری از کشورها موجب تقاضای روز افزون آب

زیرزمینی برای مصارف مختلف زراعتی، صنعتی و شهری شده است. آب زیرزمینی به عنوان یکی از مهم ترین منابع تأمین کننده آب با مشکلات متفاوتی از جمله آلودگی طبیعی و غیر طبیعی روبرو است. آب زیرزمینی به دلیل استعداد آلودگی کمتر و هم چنین ظرفیت ذخیره زیاد نسبت به آب های سطحی، به عنوان یک منبع مهم آب مورد توجه است (شیرانی و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه یکی از موارد مهم در بخش آب استفاده از تکنالوژی ساحه ی مقناطیسی و تأثیر آن بر روی خواص فیزیکی آب و صنعت می باشد. تکنالوژی مقناطیسی موضوعی است که در سال های اخیر در بخش منابع آبی و زراعتی مورد توجه قرار گرفته است. یکی از کاربردهای آب مقناطیسی، اصلاح خاک با کمترین مقدار استفاده از مواد کیمیای و اسیدی می باشد. با اعمال میدان مقناطیسی می توان آب معمولی را به مایعی با اثرات فیزیکی و کیمیای خاص تبدیل کرد (رئیس؛ مهرفر و ترابی آزاد، ۱۴۰۰). استندردهای جهانی کیفیت آب، به صورت حدود مجاز برای عناصر سنگین توسط WHO (سازمان صحتی جهانی) ارائه شده و به عنوان اصول و استندردهای اساسی در بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار می گیرند. عناصر سنگین از نظر زیست محیطی پایدار، غیر قابل تجزیه و دارای تمایل به داخل شدن در نباتات و حیوانات در انواع اکوسیستم ها بوده و در حدود غیر مجاز خود تأثیرات نامطلوبی بر سلامتی بشر می گذارند. هم چنین، ممکن است این عناصر آب زیرزمینی را آلوده و منجر به کاهش کیفیت آن برای نوشیدن و آبیاری شود (جانی سرناوی و شاهرخی، ۱۴۰۱).

نظر به خصوصیات و خواص فیزیکی و کیمیای، آب که یکی از منابع عمده در سطح زمین و زندگی انسان ها محسوب می شود، می تواند توسط هر آلاینده ای آلوده شود. افغانستان نیز یکی از کشورهای است که به کیفیت و خواص آب توجه خاصی نداشته، این آب ها به وسیله منابع مختلفی در سطح شهرها آلوده می شوند که این آلودگی ها می توانند از راه های استفاده از کودهای کیمیای، عدم سیستم کانالیزیشن صحیح شهری، عدم رعایت بهداشت و غیره وارد آب های سطحی و زیرزمینی گردیده و آب را به نحوه آلوده نمایند. این تحقیق که به هدف تعیین و تشخیص غلظت عناصر آب های سطحی و زیرزمینی قریه زنگلان ولسوالی گذره ولایت هرات صورت گرفته است، به شکل کمی از نوع تحلیل مقداری می باشد. انجام این تحقیق در قریه زنگلان ولسوالی گذره ولایت هرات به منظور جلوگیری از اختلاط فاضلاب قول اردو ۲۰۷ الفاروق که به شکل مستقیم رها شده و منشأ اصلی آلودگی این آب ها می باشد، صورت گرفته است. مردمان منطقه استفاده عظیم در بخش زراعت و کشت و کار دارند که می تواند فاضلاب را مستقیم وارد آب نموده و آب منطقه را ملوس به فلزات سنگین به خصوص عناصر مانند: آرسنیک، آهن، مس، منگان، جست، کدیمیم نماید.

تحقیقی که توسط محمد رضا، خالدیان و همکاران در سال ۱۳۹۳ تحت عنوان: تأثیر غلظت عناصر سنگین منابع مختلف آب آبیاری بر آلودگی خاک شالیزار صورت گرفته است، نتایج آن نشان می‌دهد که در سطح احتمال ۵٪ خاک تحت آبیاری در تمام نمونه‌ها در کدیمیم و مس به ترتیب اوسط بیشتر از ۰.۳-۰.۵ میلی‌گرم در فی کیلوگرم به‌عنوان حد مجاز آلوده شده؛ ولی به سرب و جست به ترتیب با اوسط کمتر از ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌عنوان حدود مجاز آلوده نشده است (خالدیان و همکاران، ۱۳۹۳).

تحقیقی تحت عنوان اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در منابع آب آشامیدنی شهر اردبیل در سال ۱۳۸۶ توسط مرتضی عالیقدر، صادق حضرتی و محسن قنبری صورت گرفته است، نتایج نشان می‌دهد که در تمام نمونه‌ها، پارامترهای فیزیکی و کیمیای آب در حد استندردهای تعیین شده برای این عناصر بودند. غلظت فلزات آهن، منگنیز، جست، سرب و نکل در تمام نمونه‌ها کمتر از حد استندرد و غلظت مس، کروم و کدیمیم در مرز استندرد قرار داشت. با وجود متغیرهای احتمالی آلوده کننده منابع آب زیرزمینی اردبیل به فلزات سنگین، در حال حاضر این آب در معرض آلودگی به فلزات سنگین نیستند (عالیقدر، حضرتی و قنبری، ۱۳۸۶).

تحقیقی توسط محمد، ملکوتیان و محمدی‌سنجدکوه در سال ۱۳۹۳ تحت عنوان بررسی کیفی منابع آب زیرزمین دشت سیرجان از نظر آلودگی به فلزات صورت گرفته است، نتایج آن نشان می‌دهد که غلظت جست، کروم و کدیمیم نمونه‌ها به ترتیب از ۰.۵-۰.۸ میکروگرم در فی لیتر تجاوز نکرد. اوسط غلظت سرب و مس به ترتیب ۲.۸۴۲ میکروگرم در فی لیتر و ۲۶.۷۴۳ میکروگرم در فی لیتر بود. اوسط هدایت برقی (EC)، ۶۸۲۰.۵۷۵ میکروگرم در فی میلی‌لیتر به‌دست آمد. اوسط غلظت کل جامدات محلول (TDS)، ۳۸۹۱.۵۷ میلی‌گرم در فی لیتر بود. نمونه‌های برداشت شده ۷.۵ و اوسط حرارت ۲۱.۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد (ملکوتیان و محمدی‌سنجدکوه، ۱۳۹۳).

فاطمه فرخ‌نشاط و همکاران در سال ۱۳۹۳ تحقیقی تحت عنوان: ارزیابی ریسک غیر سرطانی فلزات سنگین سرب، جست و کروم در منابع آب آشامیدنی شهر همدان انجام داده‌اند، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اوسط غلظت سرب، کروم و جست به ترتیب در نقاط مصرف با منابع آب سطحی ۱۰.۹۲۷، ۲.۲۴۶ و ۱۳۰۵.۶۰۴ و زیرزمینی ۱۹.۳۰۱، ۱۱۰.۸۵ و ۱۶۱۳.۷۰۹ میکروگرم در فی لیتر می‌باشد. ۴۱.۴۶٪ از نمونه‌های آب آشامیدنی شهر همدان دارای

غلظت سرب بالاتر از حد استاندارد WHO و مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران و ۳۹۰.۰۲٪ دارای غلظت بالاتر از حد استاندارد EPA می‌باشد (فرخ‌نشاط و همکاران، ۱۳۹۵).
تحقیقی توسط حمیده، رستمی و همکاران در سال ۱۳۹۴ تحت عنوان: سنجش غلظت فلزی در آب رودخانه گوهررود به روش PIXE صورت گرفته است، نتایج آن نشان می‌دهد که نمونه‌های آب از ۱۵ مکان مختلف در طول مسیر رودخانه جمع‌آوری شدند. برای تعیین غلظت عناصر فلزی موجود در آب دریا از روش تجزیه PIXE (Particle induced X-ray Emission) استفاده شد. دوازده عنصر فلزی سودیم، مگنیزیم، المونیم، سلیکان، پوتاشیم، کلسیم، تیتانیم، منگنیز، آهن، مس، جست و استرانسیم با غلظت‌های مختلف در دریا، شناسایی گردید (رستمی و همکاران، ۱۳۹۴).

۲. مواد و روش (Material and Method)

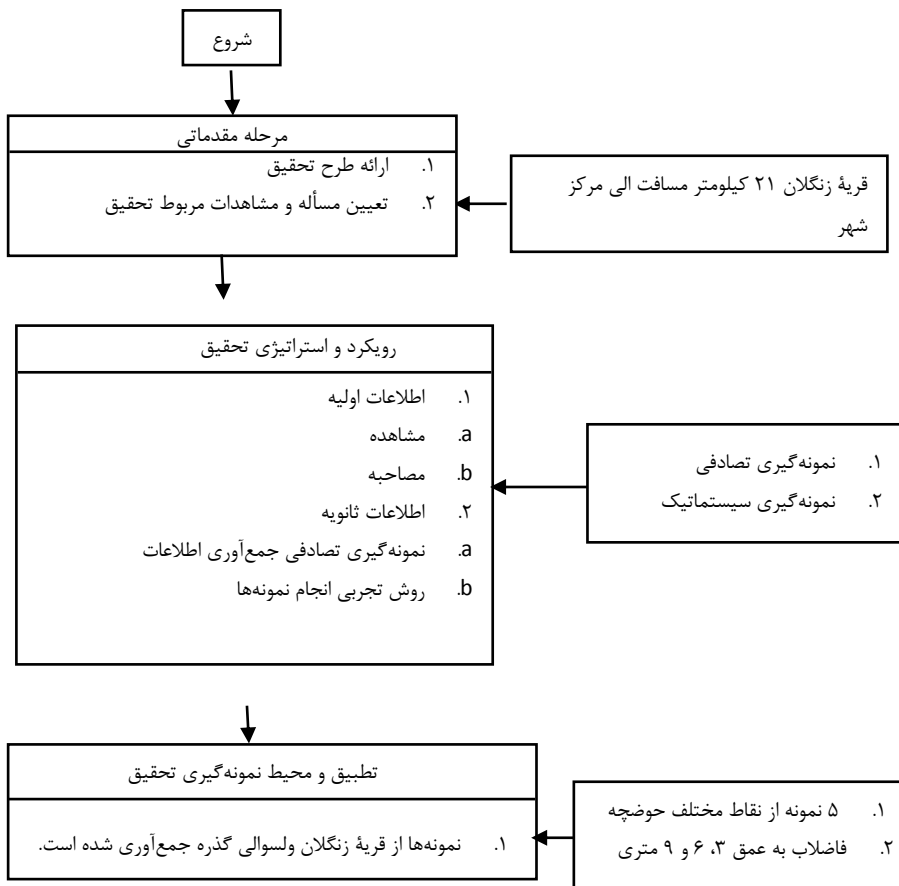
مواد کیمیای مورد استفاده در این تحقیق از کمپنی Base Consultant Research Corporation گرفته شده است و آب‌های سطحی و زیرزمینی از اوایل بهار ۱۴۰۲ الی اخیر ماه نهم سال ۱۴۰۲ گرفته شد. آب حاوی فلزات سنگین با افزودن $K_2Cr_2O_7$ سنتز شده و سپس به مدت ۲۰ دقیقه استریل می‌شوند. تمام شاخص‌های کیمیای این تحقیق دارای کیفیت تحلیلی به شکل آیونی بوده و از شرکت BCRCO خریداری شده‌اند. تعداد نمونه‌های آب‌های سطحی و زیرزمینی با (۲۷ نمونه) با غلظت‌های مختلف برداشته شد و این نمونه‌ها در میکسر مخلوط شدند و در لابراتوار BCRCO تجزیه شد. هم‌چنین، نمونه‌ها از فلتر ۰.۴۵ میلی‌متری نیز عبور داده شدند. کتیون‌های عناصر مختلف؛ مانند: Fe^{2+} , Al^{3+} , Cr^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{2+} , As^{2+} و Sb^{2+} توسط دستگاه Plantest-8000 اندازه‌گیری شد تا مقدار کتیون‌ها را بررسی نماید و هم‌چنین کتیون‌های عناصر Na , K , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4 , Ni^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} , Ag , Pb^{2+} و Hg^{2+} در دستگاه Plantest-7500 به روش تبادل آیونی در شرکت اولترادیزاین مورد تجزیه و تجزیه قرار گرفته‌اند.

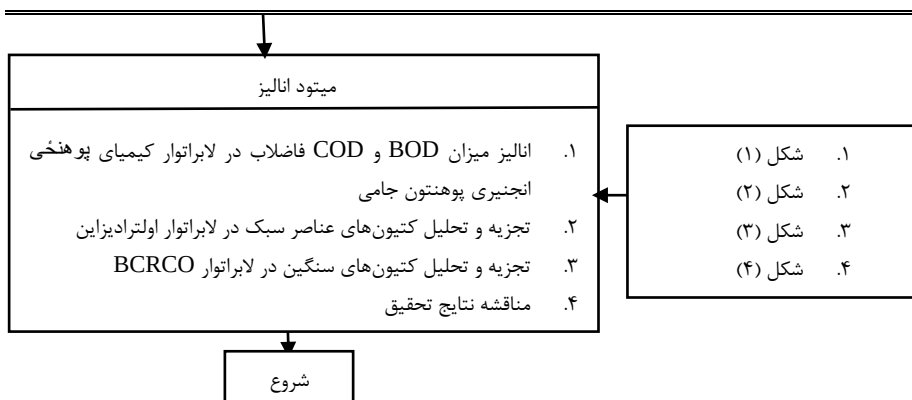
تجزیه و تحلیل اطلاعات تحقیق نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل مورد تجزیه قرار گرفته است. ابزار تحقیق میدانی شامل: بوتل‌های مخصوص حاوی ۰.۰۰۱٪ نایتریک‌اسید (HNO_3), دستکش، ماسک، پیت و تجهیزات تحقیقات لابراتوار: ریاجنت‌های ویژه کتیون‌های عناصر، آب تجزیه شده، مولتی‌ترمتر، کیت دلکوا، PH، نوک سمپلر، میکسر، تستیوب، مایکرو پیت، سنتریفیوژ، منبع حرارت، گیره فلزی، ترازو دیجیتالی 0.0001gr، اسک، Plan Test-8000 و Plant Test-7500 بوده است.

۱.۲. قلمرو تحقیق

قول اردو ۲۰۷ الفاروق در ۲۷ کیلومتری جنوب شهر هرات موقعیت داشته که دارای فاضلاب می‌باشد. آب این فاضلاب بعد از رهایی به قریه زنگلان ولسوالی گذره که با شهر هرات ۲۱ کیلومتر فاصله دارد، وارد می‌شود. قابل ذکر است که نظر به محدودیت‌های وضع شده در قول اردو ۲۰۷ الفاروق، اخذ توپوگرافی منطقه مجاز نمی‌باشد.

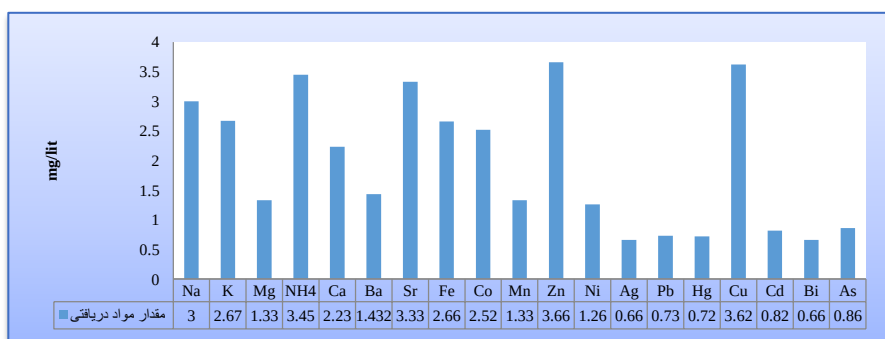
۲.۲. دیاگرام روش تحقیق



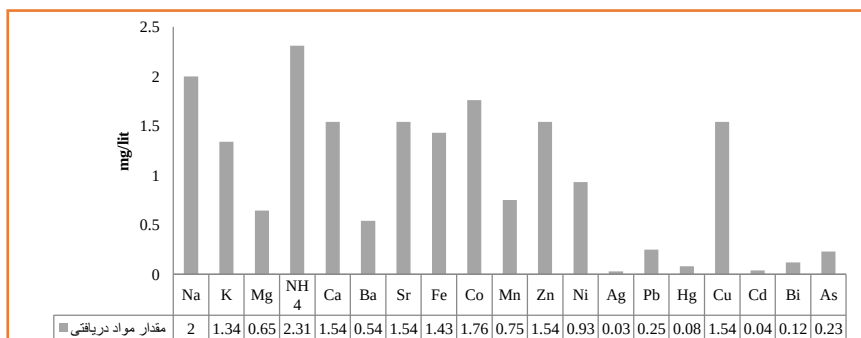


۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

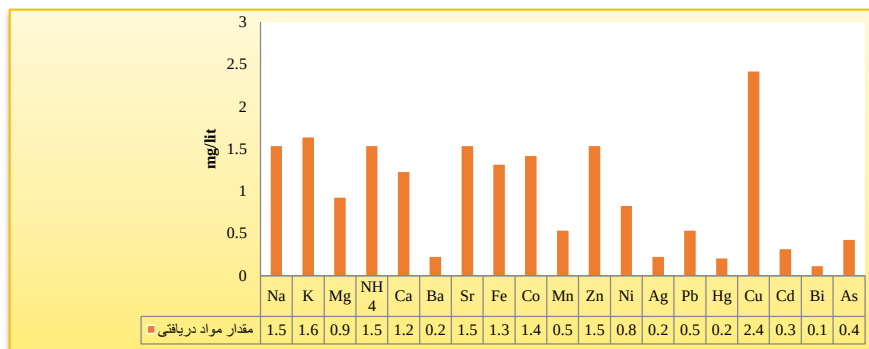
در تحقیق حاضر بعد از طی مراحل مواد و روش، نتایج زیر بدست آمد:



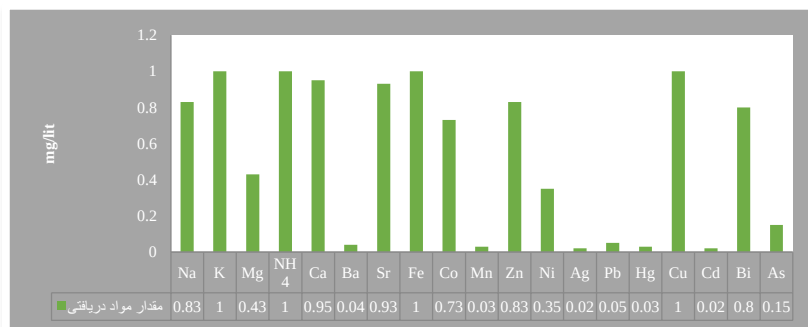
گراف ۱. مقدار کتیون‌های عناصر سبک و سنگین موجود در آب‌های سطحی منطقه پایین محله قریه زنگلان



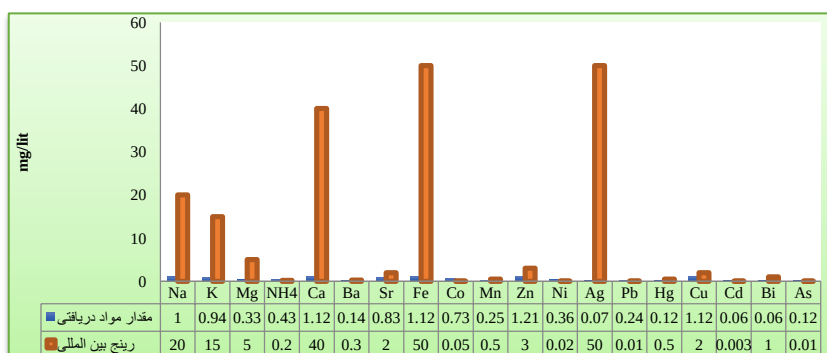
گراف ۲. مقدار کتیون‌های عناصر موجود در آب‌های زیرزمینی منطقه پایین محله قریه زنگلان ولسوالی گذره



گراف ۳. مقدار کتیون‌های موجود در آب‌های سطحی منطقه بالا محله قریه زنگلان ولسوالی گذره

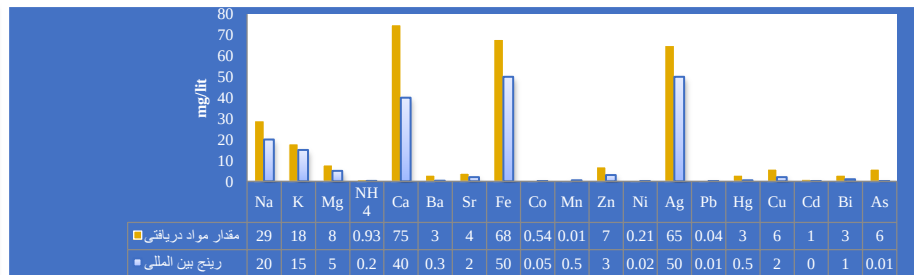


گراف ۴. مقدار کتیون‌های عناصر موجود در آب‌های زیرزمینی قریه بالا محله منطقه زنگلان ولسوالی گذره



گراف ۵. مقدار کتیون‌های عناصر موجود در آب‌های زیر زمینی قریه زنگلان ولسوالی گذره ولایت هرات

در گراف (۵) مشاهده می‌گردد، مقدار کتیون‌های عناصر موجود در آب‌های زیرزمینی با مقایسه استاندارد بین‌المللی (WHO) مقدار کتیون‌های Na, NH₄, Co, Ni, Pb, As از استاندارد بین‌المللی بالا و کتیون‌های K, Mg, Ca, Ba, Sr, Fe, Mn, Zn, Ag, Hg, Cu, Cd, Bi از استاندارد بین‌المللی پایین می‌باشد.



گراف ۶. مقدار کتیون‌های عناصر موجود در آب‌های سطحی قریه زنگلان ولسوالی گذره

در گراف (۶) مشاهده می‌گردد، مقدار کتیون‌های عناصر موجود در آب‌های سطحی بعد از مقایسه با استاندارد بین‌المللی کتیون‌های Na, K, Mg, Ca, Sr, Fe, Co, Zn, Ag, Hg, Cu, As از این استاندارد بالا و کتیون‌های NH₄, Ba, Mn, Ni, Cd, Bi از استاندارد بین‌المللی پایین می‌باشد.

۴. مناقشه (Discussion)

با در نظر داشت گراف‌ها و مقایسه آن‌ها با استاندارد WHO دریافت گردید که مقدار کتیون‌های عناصر در آب‌های زیرزمینی قریه زنگلان عناصر مانند: Ba 0.14mgr/lit, Ca 0.73mgr/lit, Mn 0.12mgr/lit, Cd 0.06mgr/lit, Hg 0.12, Pb 0.24mgr/lit, Ni 0.36 mgr/lit, 0.25mgr/lit, As 0.12mgr/lit, 0.43mgr/lit از استاندارد بالا می‌باشد. اما در آب‌های سطحی قریه زنگلان تنها یک کتیون NH₄ 0.01mgr/lit از استاندارد بین‌المللی پایین می‌باشد؛ اما کتیون‌های Na 29mgr/lit, K 18gr/mlit, Mg 8mgr/lit, 0.93mgr/lit, Ca 75mgr/lit, NH₄ 0.93mgr/lit, 8mgr/lit, Co 68mgr/lit, Sr 4mgr/lit, Ba 3mgr/lit, Fe 68mgr/lit, 0.54 mgr/lit, Zn 7mgr/lit, 0.21mgr/lit, Ni 0.21mgr/lit, Ag 65mgr/lit, Hg 3mgr/lit, Pb 0.04mgr/lit, Cd 1mgr/lit, Cu 6mgr/lit و Bi 3mgr/lit در آب‌های زیرزمینی این قریه موجود می‌باشد. اگر غلظت این کتیون‌ها از استانداردهای بین‌المللی بالاتر باشد، مشکلات زیادی در آب‌های سطحی و تحت‌الارضی به بار می‌آورد که این مشکلات حجرات موجودات زنده جانوری را تحت تأثیر قرار داده و باعث جهش ناگهانی (Mutation) در حجره می‌گردد. این تغییرات از بلند رفتن گراف عناصر که در فوق ذکر گردیده، در آب‌ها به وجود می‌آید، یک حجره به زودترین فرصت انقسام نموده و دایت (Diet) می‌شود. این حالت می‌تواند عامل سرطان باشد. علت آلودگی آب‌های سطحی قریه زنگلان فاضلاب قول اردو ۲۰۷ الفاروق ولایت هرات می‌باشد که فاضلاب آن به صورت صحیح تصفیه نشده، آب آن وارد این قریه می‌شود و زارعین از آن

برای آبیاری مزارع خود استفاده می‌کنند، عناصر سرب، سیماب، آرسنیک بیشترین آلودگی را می‌تواند به بار بیاورد.

این تحقیق نیز با تحقیقات که محققان در باره آب‌های زیرزمینی و سطحی انجام داده‌اند، مقایسه گردیده با تحقیقی که درباره تأثیر غلظت عناصر سنگین منابع مختلف آب آبیاری بر آلودگی خاک شالیزار توسط محمد رضا خالیدیان صورت گرفته مقدار عناصر $Cd\ 0.3\text{mgr/ilt}$ $Cu\ 0.5\text{mgr/ilt}$ آلوده شده و عناصر Zn و Pb آلوده نشده است، این تحقیق با تحقیق انجام شده نسبتاً مشابه است.

تحقیقی تحت عنوان اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در منابع آب آشامیدنی شهر اردبیل توسط مرتضی عالیقدر صورت گرفته، نشان می‌دهد که هیچ یک از غلظت فلزات سنگین در این آب بالا نبوده و با این تحقیق مغایرت دارد.

فاطمه فرخ‌نشاط و همکاران تحقیقی را تحت عنوان ارزیابی ریسک غیر سرطانی فلزات سنگین سرب، جست و کروم در منابع آب آشامیدنی شهر همدان انجام داده است که 41.46% از نمونه‌های آب آشامیدنی شهر همدان دارای غلظت سرب بالاتر از حد استاندارد WHO و مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران و 39.02% دارای غلظت بالاتر از حد استاندارد EPA تحقیق موصوف با تحقیق حاضر همخوانی دارد؛ زیرا مقدار عنصر آرسنیک در آب‌های سطحی و زیرزمینی قریه زنگلان و لسلوالی گذره از استاندارد WHO بالا می‌باشد (فرخ‌نشاط و همکاران، ۱۳۹۵).

تحقیقی که توسط مهدی کرباسی و همکاران تحت عنوان: بررسی مقدار غلظت عناصر سنگین در منابع تأمین‌کننده آب نوشیدن استان اشتهر ایران انجام شده در آن غلظت فلزات سیماب، جست و کدیم در همه دوره‌های نمونه‌برداری برابر صفر و اوسط غلظت فلزات آرسنیک، سرب و کروم در چاه‌های آب نوشیدن به‌ترتیب: 0.0033 ، 0.0788 و 0.010 میلی-گرم در فی لیتر بود. نتایج این تحقیق نیز با نتایج تحقیق آب‌های قریه زنگلان تا اندازه بالای مطابقت دارد (کرباسی و همکاران، ۱۳۸۹).

تحقیقی تحت عنوان بررسی آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی دشت برازجان توسط جابر، مظفری‌زاده و زهرا، سجادی صورت گرفته نتایج نشان می‌دهد که آلودگی شدید نایترایت (تا بیش از 160 میلی‌گرم در لیتر) آب‌های زیرزمینی به‌خصوص در بخش جنوبی دشت متذکره به‌وسیله فعالیت‌های زراعتی، چاه‌های جذبی و هم‌چنین، داخل شدن آب آلوده از مرغ‌داری‌ها رُخ داده است. هم‌چنین، نتایج تحقیق نشان داد که غلظت آیون‌های کلورین در 66% نمونه‌ها،

سودیم در ۴۰٪، سلفایت ۱۰۰٪ و نایتريت در ۴۲۴ از نمونه‌های آب زیرزمینی بیشتر از مقادیر استاندارد می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام یافته با این تحقیق مشابهت نزدیک دارد (مظفری‌زاده و سجادی، ۱۳۹۳).

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

۱- تصفیه خانه فاضلاب قول اردو ۲۰۷ الفاروق مجدداً باید احیاء گردد. تا آب تصفیه شده در قریه زنگلان داده شود.

۲- از طریق برگزاری کنفرانس یا سیمینار این مقاله برای اهالی قریه زنگلان ولسوالی گذره اطلاع دهی راجع به فاضلاب قول اردو ۲۰۷ الفاروق داده شود تا از این آب برای درختان بی‌ثمر استفاده نمایند؛ ولی برای درختان مثمر قابل استفاده نمی‌باشد.

منابع و مآخذ

اصغری سراسکانرود، صیاد؛ دولتشاهی، زینب و پوراحمد، مهدی. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر عناصر سنگین بر کیفیت آب‌های استحصالی شهر خرم آباد با استفاده از استانداردهای (ملی، سازمان بهداشت جهانی و EPA). *مجله علمی هیدروژئومورفولوژی*، ۳(۹)، ۲۱-۴۱. DOI: [20.1001.1.23833254.1395.3.9.2.2](https://doi.org/10.1001.1.23833254.1395.3.9.2.2)

خالدیان، محمدرضا و همکاران. (۱۳۹۳). تأثیر غلظت عناصر سنگین منابع مختلف آب آبیاری بر آلودگی خاک شالیزاری. *نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، ۲۱(۴)، ۲۷۵-۲۸۵.

DOI: [20.1001.1.23222069.1393.21.4.15.6](https://doi.org/10.1001.1.23222069.1393.21.4.15.6)

رستمی، حمیده و همکاران. (۱۳۹۴). سنجش غلظت عناصر فلزی در آب رودخانه گوهررود به روش PIXE. *بیست و دومین کنفرانس هسته ای ایران*؛ ۵ و ۶ اسفندماه دانشگاه یزد، ۱-

۶. [SID. https://sid.ir/paper/827155/fa](https://sid.ir/paper/827155/fa)

فرخ‌نشاط، فاطمه و همکاران. (۱۳۹۵). ارزیابی ریسک غیرسرطانی فلزات سنگین سرب، جست و کرم در منابع آب آشامیدنی شهر همدان در زمستان ۱۳۹۳. *مجله پزشکی بالینی/ابن سینا*، ۲۳(۱)، ۲۵-۳۳.

رئیزی، امین؛ مهرفر، حسام‌الدین و ترابی آزاد، مسعود. (۱۴۰۰). تأثیر میدان مقناطیسی بر خواص فیزیکی آب و کاربرد آن در صنعت، کشاورزی و مدیریت منابع آب. *فصلنامه/انسان و محیط زیست*، ۱۹(۴)، ۶۱-۷۱.

جانی سرنای، طاهره و شاهرخی، سید وحید. (۱۴۰۱). ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی به کمک پارامترهای هیدروشیمیایی. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۴(۳)، ۲۸۹-۳۰۵.

شاهرخی، سید وحید. (۱۴۰۰). ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی ناحیه آلود (استادان کردستان) به کمک پارامترهای هیدروشیمیایی. *فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست*، ۱۵(۵۵)، ۲۷-۴۵.

حسین‌شاهی بندری، مرجان. (۱۳۹۱). کاربردهای نانو تکنولوژی در تصفیه آب‌های سطحی و زیرزمینی و پساب‌ها. *فصلنامه انسان و محیط زیست*، (۲۱)، ۲۷-۳۲.

شیرانی، زهرا و همکاران. (۱۳۹۲). ارزیابی منابع آلودگی آب‌های زیرزمینی در محیط شهری. *فصلنامه انسان و محیط زیست*، ۱۱(۱)، ۱-۱۶.

کرباسی، مهدی و همکاران. (۱۳۸۹). بررسی میزان غلظت عناصر سنگین در منابع تامین کننده آب شرب شهرستان الشتر در سال ۱۳۸۸. *فصلنامه علمی پژوهشی یافته*، ۱۲(۱)، ۶۵-۷۰.

<http://yafte.lums.ac.ir/article-1-306-fa.html>

عالیقدر، مرتضی؛ حضرتی، صادق و قنبری، محسن. (۱۳۸۶). اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در منابع آب آشامیدنی شهر اردبیل در سال ۸۵-۸۴. *دهمین همایش ملی بهداشت محیط*، همدان. <https://civilica.com/doc/74881>

ملکوتیان، محمد و محمدی‌سجدهکوه، سمیه. (۱۳۹۳). بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت سیرجان از نظر آلودگی به فلزات سنگین در سال ۱۳۹۳. *فصلنامه علمی دانشگاه علوم پزشکی تربیت حیدریه*، ۲(۲)، ۳۱-۳۹.

نوراللهی، شاهرخ و همکاران. (۱۳۹۸). بررسی عوامل بر کیفیت آب زیرزمینی آبخون دشت مشکین شهر (استان اردبیل) با تأکید بر منشأ احتمالی مؤثر برخی فلزات سنگین. *فصلنامه علمی علوم زمین*، ۲۹(۱۴۴)، ۱۴۳-۱۵۲. DOI: 10.22071/gsj.2018.105540.1318

مظفری‌زاده، جابر و سجادی، زهرا. (۱۳۹۳). بررسی آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی دشت

برازجان. *مجله طب جنوب*، ۱۷(۵)، ۹۲۷-۹۳۷. <http://ismj.bpums.ac.ir/article-1-607-fa.html>

ولی‌نژاد، فاطمه؛ حسنی، امیرحسام و صیادی، مجتبی. (۱۳۹۵). بررسی مقدار فلزات سنگین (کادمیوم، کروم، نیکل، سرب، روی) در منابع آب زیرزمینی شهرستان اسلامشهر و تهیه نقشه پراکنش آن در محیط GIS. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۸(۲)، ۱۸۷-۱۹۹.

مجله علمی - تحقیقی دیدگاه

دوره ۲، شماره ۱ (مسل ۲)، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۳۱-۵۰

طرح ریزی شیمای تکنالوژیکی سیستم تجمع و تصفیه معدن جوراسیک

ساحه گازدار خواجه گوگردک

محمدی طغیان^{۱*}، بابر جان فیضی^۲، فرهاد جلالی^۳

*۱. پوهنوال، دیپارتمنت انجنیری نفت و گاز، پوهنځی انجنیری جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شرغان، افغانستان. (نویسنده مسؤول).

<http://orcid.org/0009-0002-3700-0496> - m.toghyan64@gmail.com

۲. پوهندوی، دیپارتمنت انجنیری نفت و گاز، پوهنځی انجنیری جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شرغان، افغانستان.

<http://orcid.org/0009-0000-5437-7016> - baburjanfiezi@gmail.com

۳. پوهنمل، دیپارتمنت انجنیری نفت و گاز، پوهنځی انجنیری جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شرغان، افغانستان.

<http://orcid.org/0009-0008-6919-7848> - saeedfarhadjalaly@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۲)

چکیده

موضوع مورد تحقیق این اثر را طرح ریزی شیمای تکنالوژیکی سیستم تجمع و تصفیه معدن - جوراسیک ساحه‌ی گازدار، خواجه گوگردک تشکیل می‌دهد. اهداف اساسی این اثر علمی - تحقیقی عبارت از تعیین مناسب‌ترین دستگاه‌ها و تجهیزات صنعتی جهت تجمع، پاک‌کاری و آماده ساختن گاز طبیعی معدن جوراسیک ساحه‌ی گازدار، خواجه گوگردک با طرح ریزی شیمای تکنالوژیکی سیستم‌های تجمع و تصفیه گاز با کاربرد روش‌های معاصر و تجهیزات مدرن می‌باشد. جمع‌آوری اطلاعات در این تحقیق، بر اساس مصاحبه با مسؤولین و کارشناسان و هم‌چنین با مطالعه تحقیقات انجام یافته مرتبط صورت گرفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ترکیب گاز طبیعی معدن تحقیق حاضر، بر خلاف معدن استخراج فعلی ساحه‌ی (معدن هتریوین) می‌باشد. گازهای مضره‌ی هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای‌اکساید موجود در ترکیب گاز قابل انتقال موجب زنگ‌زدگی و تخریب تجهیزات صنعتی و لوله‌ها شده و هم‌چنین، گاز هایدروجن سلفاید یک گاز مسموم کننده‌ی شدید بوده که مقدار ۰.۱ درصد گاز مذکور در هوا، موجب بی‌هوشی و مرگ می‌گردد. بنابراین، طرح ریزی شیمای مناسب تکنالوژیکی سیستم تجمع و تصفیه گاز ساحه‌ی، کاهش قابل ملاحظه بر میزان استخراج گاز از ساحات گازداری در حال استخراج داشته که این روند یک گام مهم و ارزشمند می‌باشد.

کلمات کلیدی: تصفیه گاز، خواجه گوگردک، گاز ترش، معدن جوراسیک.

Projecting Sketch of Technological Gathering and Refining System Jurassic Mine of Khwaja Gogerdak Gas Area

Muhammadi Tughyan ^{1*} Babur Jan Faizi, ² Farhad Jalaly ³

1*. Associate prof, Department of Petroleum Engineering, Geology and Mines Engineering Faculty, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan. (Corresponding Author).

m.toghyan64@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0002-3700-0496>

2. Assistant prof, Department of Petroleum Engineering, Geology and Mines Engineering Faculty, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan.

baburjanfaizi@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0000-5437-7016>

3. Senior teaching assistant, Department of Petroleum Engineering, Geology and Mines Engineering Faculty, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan.

saeedfarhadjalaly@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0008-6919-7848>

(Received: 24/08/2024 - Accepted: 23/11/2024)

Abstract

The subject of this research is the chemical-technological design of the gathering and processing system for the Jurassic gas field of Khwaja Ghogordak. The main objective of this article to determine the most suitable devices and industrial equipment for the collection, purification, and preparation of natural gas from the Jurassic deposit of the Khwaja Ghogordak gas field, through the chemical-technological design of gas collection and purification systems using contemporary methods and modern equipment. The data was collected through distributing open ended interview. The participants were officials and experts, as well as the study of related conducted research. The results of the research indicate that the composition of natural gas in the present study's mine is different from that of the currently extracted mine in the Hetriun area. The harmful gases hydrogen sulfide and carbon dioxide present in the composition of the transferable gas cause rusting and damage to industrial equipment and pipes. Additionally, hydrogen sulfide is a highly toxic gas, and an amount of 0.1 percent of this gas in the air can cause unconsciousness and death. Therefore, the appropriate technological chemical design of the gas collection and purification system has led to a significant reduction in the amount of gas extracted from the gas fields being developed, which is an important and valuable step.

Keywords: Gas Purification, Khwaja Ghogordak, Sour Gas, Jurassic Mine.

۱. مقدمه (Introduction)

افغانستان یک کشور دارای منابع طبیعی نفت و گازخیز بوده که با استفاده درست و معقول از آن می‌توان بنیه اقتصادی کشور را تقویه و سطح زندگی مردم را ارتقاء بخشید. گاز هایدروکاربونی با فراهم‌آوری تسهیلات لازم، اکثر نیازمندی‌های حیاتی باشندگان شهرها و دهات را مرفوع، چرخ صنایع متنوع را فعال و پایه‌های اقتصادی کشور را از طریق عواید ملی و بین‌المللی به اسرع وقت نیز تقویه می‌نماید.

در دهه سوم قرن بیستم آقای Achis وزیر داخله‌ی امریکا نوشت که "بعد از عصر حجر، عصر برنج، عصر آهن و عصر صنعت آمد و اینک عصر نفت فرا رسیده است"؛ یعنی این‌که قرن‌های ۲۰ و ۲۱ عصر نفت است. او افزود که "هیچ‌کس در ایالات متحده امریکا نمی‌تواند انتخابات را ببرد؛ مگر این‌که مورد پشتیبانی شرکت‌های نفتی باشد و تا زمانی‌که این شرکت‌های نفتی وجود دارند کسی نمی‌تواند بدون آن حکومت کند". تقاضا به نفت و گاز روزبه‌روز افزایش می‌یابد، درحالی‌که ذخایر نفت و گاز جهان بر عکس روزبه‌روز کاهش می‌یابد. بدین دلیل منازعات بین کشورهای زورمند جهان جهت تسخیر مناطق نفت‌وگازدار به شدت افزایش می‌یابد و کشورهای ضعیف جهان مانند افغانستان قربانی این زورآزمایی‌های استعماری می‌گردد.

موضوع مورد تحقیق این اثر را طرح‌ریزی شیمی مناسب تکنالوژیکی تجمع و تصفیه معدن جوراسیک ساحه‌ی گازدار خواجه‌گوگردک تشکیل می‌دهد.

در مورد پیشینه موضوع باید خاطر نشان ساخت که در تداوم کارهای اکتشافی که توسط متخصصین متعدد، مخصوصاً روسی و افغانی در شمال افغانستان جریان داشت، طی سال‌های (۱۹۵۸ الی ۱۹۵۹)، نقشه‌ی جیولوجیکی گروپ ساختمان‌های شبرغان (یتیم‌تاق، خواجه‌گوگردک، یلانچاق و علی مغل) ترتیب گردید. در سال (۱۹۶۰) برمه‌کاری اکتشافی چاه نمبر (۱) در ساحه‌ی خواجه‌گوگردک آغاز و در چاه مذکور ۱۳ انتروال دوره تباشیر به‌منظور گازخیزی و تثبیت ذخایر آزمایش گردیده که از انتروال‌های مذکور جریان صنعتی گاز بدست آمد (گروپ متخصصین روسی، ۱۹۸۷). ذخایر گاز مذکور از نوع بدون گازهای مضره (گاز شیرین) بوده و استخراج ذخایر آن اکنون، در اخیر مرحله‌ی نزولی استخراج (ختم استخراج صنعتی و در آخرین سال‌های عمر معدن) قرار دارد.

با ادامه امور اکتشاف در ساحه مذکور، در سال (۱۹۶۳) از ترسبات قسمت فوقانی دوره جوراسیک که یک معدن کاملاً جدا بوده، در عمق حدود (۲۰۰) متر پایین‌تر از معدن

هتريويون قرار داشته كه نيز جريان صنعتي گاز حاصل، گرديد (پروژه استخراج رسوبات هتريويون ساحة گازدار خواجه گوگردك، ۱۹۷۴).

گاز طبيعي براي نخستين بار در چين استخراج و مورد استفاده قرار گرفت. گاز مذكور با كمك لوله‌ها منتقل و براي استحصال نمك طعام و هم‌چنين، پخت‌وپز مورد استفاده قرار مي‌گرفت. نخستين انبار زيرزميني گاز در جهان به كشور كانادا در سال (۱۹۱۵م) اعمار گرديده است. در سال (۱۸۹۱م) بزرگ‌ترين پايب لايين گاز با قطر ۲۰۰ ملي‌متر و طول ۱۹۵ كيلومتر در ايلات متحده امريكا اعمار گرديد.

گاز معدن تحت استخراج فعلي ساحة گازدار خواجه‌گوگردك از نوع گازهاي شيرين (بدون موجوديت گازهاي مضره هيدروجن‌سلفايد و كاربن‌داي‌اكسايد) بوده، در حالي‌كه گاز معدن اين تحقيق از نوع گازترش (داراي گازهاي هيدروجن‌سلفايد و كاربن‌داي‌اكسايد) مي‌باشد. بنا برآن، جهت تجمع و تصفيه آن به سيستم دستگاه‌هاي تجمع و شيماي‌تكنالوژيكي تصفيه كه بتواند گاز طبيعي هيدروكاربني معدن را كه با گازات مضره كه به اسرع وقت تجهيزات و دستگاه‌ها را به زنگ‌زدگي و تخريب مواجه ساخته و هم‌چنان قابليت مسموم كننده شديد را دارا مي‌باشد تصفيه و آماده استفاده نمايد، ضرورت بوده كه بايد در قسمت معين و مناسب سيستم تكنالوژيكي نصب و جابجا گردد. البته حين تصفيه گاز از طريق شيما تكنالوژيكي تصفيه مورد نظر، علاوه از گازهاي مضره، آب، هاي‌دروكاربن‌هاي ثقيـل، تيزاب‌هاي عضوي و مخلوط‌هاي ميخانيكي موجود در تركيب گاز نيز مورد جداسازي قرار مي‌گيرد (نظري، ۱۴۰۱).

در حال حاضر مقدار استخراج سالانه‌ي گاز ساحات گازدار خواجه گوگردك، جرق‌دق و يتيم‌تاق به نسبت آب‌دار شدن چاه‌هاي گازی و سپري نمودن مراحل استخراج، به ميزان قابل ملاحظه‌اي کاهش يافته و هم‌چنين اكثريت پايب‌لاين‌ها و شبكه‌هاي گازی به‌صورت غير - معياري و غير ستندرد تمديد گرديده است، دستگاه‌هاي تجمع و تصفيه‌ي گاز كه قابليت سپريشن گازهاي مضره، آب، تيزاب‌ها و مخلوط‌هاي ميخانيكي را از تركيب گازها دارا باشد، قبلاً در كامپلكس تأسيسات گازدار جرق‌دق با ظرفيت توليدي بسيار بلند اعمار و نصب گرديده؛ اما طی سال‌هاي متمادي متوقف بوده كه فعال ساختن مجدد آن از يك جانب هزينه بسيار هنگفت را ايجاب مي‌نمايد و از جانب ديگر تمديد پايب‌لاين جديد الي معدن جرق‌دق با طول ۲۹ كيلومتر و مراقبت پايب‌لاين از لحاظ زنگ‌زدگي در مسافه زياد هزينه‌ي بالايي را ايجاب مي‌نمايد، دستگاه تجديد سلفر و تصفيه كه در ساحه‌ي يتيم‌تاق اعمار و نصب گرديده، به هيچ وجه براي تصفيه معدن جوراسيك ساحه‌ي خواجه‌گوگردك بسنده نبوده كه بنا برآن، ايجاب مي‌نمايد به‌منظور تصفيه معدن گاز از نوع ترش، يك تصفيه خانه با خصوصيات نتايج تحقيق

متذکره در بالای ساحه گازدار خواجه گوگردک اعمار و نصب گردد که بعد از تصفیه نهایی با گاز تصفیه شده‌ی سایر معادن ریاست تصدی افغان گاز به پایپ‌لاین عمومی گاز ملحق گردد. این تصفیه خانه در آینده می‌تواند گاز ساحات هم‌جوار مانند ساحات معدن دار خواجه‌برهان، چغچی و سایر معادن تحت تصفیه و پاکسازی قرار گیرد.

۲. مواد و روش (Material and Method)

به اساس سروی و مطالعات جیولوجیکی که در افغانستان انجام یافته، در حدود جغرافیای کشور سه حوزه احتمالی نفت‌وگازدار (حوزه رسوبی هلمند، حوزه رسوبی کتواز و حوزه رسوبی هرات) و دو حوزه تثبیت شده نفت‌وگازدار در قسمت شمال کشور: حوزه آمودریا و حوزه افغان‌تاجیک (حوزه‌های نفت و گازخیز شمال) مشخص و تثبیت گردیده است، سه حوزه اولی از نگاه ساختمان جیولوجیکی کمتر مطالعه گردیده: در دو حوزه‌های یاد شده تحقیقات جیولوجیکی، جیوفزیک و برمه‌کاری‌های عمیق به پیمانه وسیع صورت گرفته است.

قابل تذکر است که در حوزه‌های نفت‌وگازخیز شمال افغانستان که دربرگیرنده حوزه آمو دریا و حوزه افغان تاجیک می‌باشد. مطالعات بیشتر توأم با تحقیقات جیولوجیکی، جیوفزیک، حفر چاه‌های عمیق تفحصاتی، اکتشافی و استخراجی صورت گرفته و نتایج مثبت هم از آن‌ها به‌دست آمده است. مطالعات انجام یافته در شمال و شمال‌غرب افغانستان منتج به تثبیت (۵۰۰) ساختمان انتی‌کلاینی مساعد جهت تفحص نفت‌وگاز گردیده که من‌جمله در (۶۷) ساختمان آن، امور برمه‌کاری‌های عمیق صورت گرفته که به اثر آن تاکنون در حوزه شمال به تعداد هشت ساحه گازدار (خواجه‌گوگردک، جرقدق، یتیم‌تاق، خواجه‌برهان، جمعه، باشیکورد، جنگل کلان و چغچی) و شش ساحه نفت‌دار (انگوت، آق‌دریا، قشقری، بازارکمی، زمردسای و علی‌گل) کشف گردیده است (راپور محاسبه ذخایر نفت و گاز منحل معدن قشقری، ۱۹۸۰).

ساحه‌ی معدن دار خواجه‌گوگردک، در قسمت مرکزی برجستگی تهداب شمال افغانستان به فاصله‌ی ۲۵ کیلومتری شرق شهر شبرغان، مرکز ولایت جوزجان موقعیت دارد. در اطراف آن سلسله کوه‌های مرتفع، تپه‌ها و دره‌های مختلف وجود دارد که حد اعظمی این ارتفاعات از سطح بحر ۶۶۰۲ متر و حد اصغری آن در قسمت‌های دره‌ها به ۳۷۰ متر می‌رسد (پروژه استخراج گاز معدن هتریویون ساحه گازدار خواجه‌گوگردک، ۱۹۷۴).

معدن گاز در این ساحه در سال (۱۹۶۱م) با آزمایش چاه شماره اول رسوبات هتریویون کشف گردیده، برمه‌کاری تفحصی و اکتشافی در ساحه معدن دار الی سال ۱۹۷۲م صورت

گرفته که در نتیجه، گازداری صنعتی رسوبات الب، اپت، هتریویون و جوراسیک فوقانی تثبیت، به طور مجموعی در این ساحه معدن دار، ۶ معدن گاز که ۵ معدن آن در رسوبات تباشیر و یکی آن در رسوبات جوراسیک می باشد، کشف گردیده است (قایم، ۱۳۹۸).

قسمی که متذکر شدیم در ساحه ی گازدار خواجه گوگردک در دو طبقات کولکتری؛ رسوبات مثمر تباشیر (K) و جوراسیک (J)، معادن گاز تشکیل گردیده که تا اکنون معادن رسوبات تباشیر که از نوع گاز شیرین (بدون گازهای مضره) بوده تحت استخراج قرار گرفته، در مراحل اخیر فعالیت خود قرار دارد؛ لیکن معدن گاز طبقه دیگر (رسوبات مثمر جوراسیک) که از نوع گاز ترش (دارای گازهای مضره) بوده و تا اکنون دست ناخورده باقی مانده، در نزدیک ترین فاصله با پوتانسیل ذخایر بزرگ، بدون هیچ گونه برنامه ریزی در مورد ترتیب پروژه استخراج معدن و احداث و اعمار سیستم های تجمع و تصفیه از جانب مسؤولین امور این عرصه، قرار دارد. معلومات پیرامون پارامترهای اساسی جیولوجیکی صنعتی ذخایر ساحه گازدار خواجه گوگردک در جدول شماره (۱) درج گردیده است.

جدول ۱. پارامتر های اساسی جیولوجیکی صنعتی معادن گاز ساحه ی گازدار خواجه گوگردک

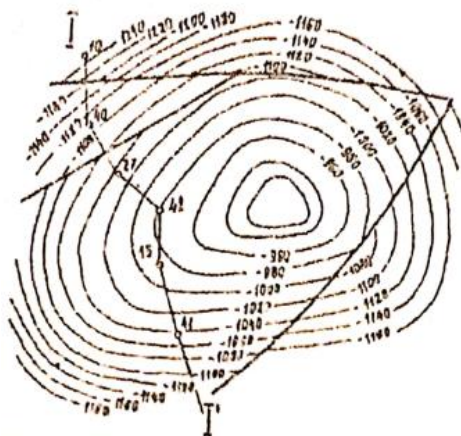
(Группа Геологов Нефтяников В Р А, 1991)

ترکیب گاز			فشار طبقه به MPa	ضخامت مؤثر	ذخیره در سال ۱۹۹۱		عمق موقعیت	تاریخ اکتشاف	طبقه ی مثمر
CO2	H2S	CH5			C1	C2			
-	-	-	۱۳.۸	۹.۰	۰.۱۸۵	-	۱۰۹۸-۱۹۳	۱۹۶۱	آلبین
-	-	-	۱۸.۲	۱۷.۰	۱.۴۱۶	-	۱۳۲۸-۱۲۸۲	۱۹۶۱	آپتین
0.9	-	90.4	۲۳.۹	۹۸.۹	۴۶.۸۶۴	-	۱۷۸۴-۱۵۱۲	۱۹۶۱	هتریویون
6.75	3.23	87.22	۲۵.۴	۵۴.۱	۸.۰۰۰	۲.۱۶۰	۲۳۱۱-۲۰۶۷	۱۹۶۸	کوگیتان

اصطلاح گاز از لسان هالندی Gast به معنی جسم روح بخش گرفته شده است. گازها نظر به روش استخراج و خواص فیزیکی و کیمیای به طبیعی و مصنوعی تقسیم می شوند. گازهای - طبیعی هایدروکاربونی متشکل از هایدروکاربین های مشبوع با فورمول عمومی C_nH_{2n+2} و یا سلسله الکانات و هم اجزای غیر هایدروکاربونی از قبیل: نایتروجن، کاربن دای اکساید، هایدروجن سلفاید، هیلیم و غیره می باشند. نظر به حالت فیزیکی خویش هایدروکاربین ها از CH_4 تا $C_{40}H_{82}$ به حالت گاز، از C_5H_{12} تا $C_{16}H_{34}$ به حالت مایع و از $C_{17}H_{36}$ تا $C_{35}H_{72}$ به شکل جامد می باشد (طغیان، ۱۴۰۰).

گاز خشک غالباً از میتان تشکیل شده، گاز مرطوب، علاوه بر میتان از ترکیبات هایدروکاربونی گازی سنگین تری از قبیل ایتان، پروپان و بوتان تشکیل شده است. به اساس

نتایج امور اکتشاف صنعتی که بالای ساحه گازدار خواجه گوگردک توسط گروپ جیولوجست‌ها (براتاش و دیگران) در سال ۱۹۷۲م صورت گرفته است، معدن جوراسیک ساحه مذکور یک معدن بزرگ قلم‌داد گردیده و به سه بلاک جداگانه مرکزی، شمال‌غربی و جنوب‌شرقی تقسیم شده است (راپور جیولوجیکی ساحات گازدار خواجه گوگردک و یتیم‌تاق، ۱۹۷۳)، قرار شکل (۱).



شکل ۱. نقشه‌ی ساختمانی معدن جوراسیک ساحه‌ی گازدار خواجه گوگردک (گروپ متخصصین روسی، ۱۹۸۰).

نظر به نتایج تحقیقات و محاسبات گروپ معتبر جیولوجیستان متذکره (براتاش و همکاران)، هرکدام از بلاک‌های متذکره به حیث پروژه مستقل برای محاسبه ذخایر پذیرفته شده که نظر به نتایج محاسبات آن‌ها، ذخایر معدن جوراسیک خواجه گوگردک به‌صورت مجموعی در کتگوری های C₁ و C₂، (۱۸.۸۳) میلیارد متر مکعب ارزیابی گردیده است (قایم، ۱۳۹۸).

برای محاسبه ذخایر سلفر، مقدار متوسط هایدروجن سلفاید در گاز (۳.۲۳) درصد و یا (۴۷.۶) گرم در یک مترمکعب تعیین شده که در این صورت مقدار سلفر خالص در یک‌متر-مکعب گاز مساوی می‌شود به:

$$S = \frac{A_S \cdot G_{H_2S}}{M_{H_2S}} = \frac{32 \cdot 47.6}{34} = 44.8 \text{ gr/m}^3 \dots \dots \dots (1)$$

AS: عبارت از وزن اتمی سلفر بوده که مساوی است به:

$$A_S = 32$$

M_{H₂S}: عبارت از وزن مالیکولی هایدروجن سلفاید بوده که مساوی است به:

$$M_{H_2S} = 34$$

G_{H_2S} : عبارت از مقدار هیدروجن سلفاید در گاز است که مساوی است به:

$$G_{H_2S} = 47.6 \frac{gr}{m^3}$$

با در نظر داشت موارد فوق ذخایر سلفر (S) محاسبه و جمعاً به مقدار (۸۴۶.۱) هزار تن ارزیابی گردیده است.

در پراکتیک جهانی استخراج معادن گاز، استخراج سالانه در مرحله ثابت معمولاً (۵) الی (۱۰) درصد ذخایر ابتدایی معادن گاز قبول گردیده است (Kelkar, 2008).

برای معدن جوراسیک خواجه گوگردک اگر طور اوسط (۷.۵) درصد قبول گردد استخراج سالانه مساوی می شود به:

$$N = \frac{7.5}{100} \cdot Q_{rez} = 0.075 \cdot 18.83 = 1.42 \text{ mildm}^3 \dots\dots\dots (2)$$

طرح ریزی شیمای تکنالوژیکی سیستم تجمع و تصفیۀ گاز معدن جوراسیک ساحۀ گازدار خواجه گوگردک

محاسباتی را در مورد تعیین شاخص های اساسی تکنالوژیکی استخراج معدن جوراسیک ساحۀ گازدار خواجه گوگردک انجام داده ایم که داخل ساختن تمام جریان محاسبات تغییر شاخص های اساسی تکنالوژیکی معدن در این جا گنجایش نداشته و به اساس نتایج محاسبات، تعداد چاه های استخراجی پیش بینی شده معدن مذکور به تعداد (۲۸) حلقه تعیین گردیده است. ما با در نظر داشت ذخایر، مساحت و تعداد چاه های استخراجی، برای تعیین سیستم تجمع گاز، یک سیستم تجمع گروهی گاز را پیش بینی می نماییم.

سیستم تجمع گاز عبارت از مجموعه ساختمان ها از قبیل لوله ها، سپراتورهای گازی، دستگاه های اندازه گیری و غیره تجهیزات بوده که وظیفۀ آن ها تجمع گاز، اندازه گیری بهره دهی - چاه ها و تصفیۀ گاز از مواد جامد و مایع می باشد (Economides, 2013).

ساحۀ گازدار مختلف دارای سیستم های تجمع مختلف بوده و سیستم های تجمع مربوط به تعداد چاه ها، فاصله بین آن ها، کیفیت گاز و موجودیت مخلوط مواد میخانیکی در آن می باشد. در ساحات گازدار از سیستم های تجمع انفرادی و گروهی استفاده می گردد (Мелников, 2017).

برای تجمع گاز از چاه ها، در این ساحه یک سیستم تجمع گروهی گاز مد نظر گرفته شده است. چاه های استخراجی به سیستم تجمع به شکل حلقوی وصل شده و گاز از دهنۀ چاه از طریق نل های شلیف به مرکز تجمع وارد می گردد.

شلیف عبارت از نلی است که گاز چاه از طریق آن به نقطۀ تجمع انتقال می یابد. شلیف ها از نل فولادی ساخته شده و دارای قطر ۱۲ میلی متر الی ۱۵۹ میلی متر بوده که طول آن ها ۳۰۰ متر

الی ۷۰۰ متر می باشد. در صورت کمتر بودن دبت چاه ها، از یک شلیف مشترکاً برای انتقال گاز (۲) الی (۳) حلقه استفاده می گردد. شلیف ها از نل های جدید تمديد گردیده و بعد از تمديد قرار ذیل تحت آزمایش هایدرولیکی قرار می گیرد:

$$P^* = 1.25 \cdot P \dots \dots \dots (3)$$

در این جا:

P^* : فشار آزمایشی و P : فشار کاری چاه های گازی است.

این سیستم تجمع گروپی گاز، مجموعاً ظرفیت تصفیه و پاک کاری بیشتر از (۱.۴۲) میلیون متر مکعب گاز؛ از آب، کاندنسات و مخلوط های میخانیکی در یک وقت را دارا می باشد، خشک کاری، تصفیه و پاک کاری نهایی گاز در ساختمان اساسی تصفیه خانه صورت می گیرد.

۲. ۱. تحلیل شیمای تکنالوژیکی نقطه ی تجمع گاز

شیمای تکنالوژیکی نقاط تجمع گاز از قسمت های اساسی ذیل متشکل است:

۱- میدان سپراتورها: در نقاط تجمع گاز، تمام چاه های استخراجی به شکل شعاعی به سپراتورها وصل می شود؛

۲- آلات اندازه گیری آب و کاندنسات: این آلات در هر بلاک یک عدد موجود بوده و به صورت جداگانه، هر بلاک توسط نل های مخصوص به آن ها رهنمایی می شود؛

۳- ظرف ذخیره ی دای ایتلین گلايکول (مایع کیمیاوی خشک کننده ی گاز) که حجم ظرف متذکره ۲۵ متر مکعب می باشد؛

۴- ظرف کاری دای ایتلین گلايکول به حجم ۱۰ متر مکعب نظر به حد موجودیت بخار آب در نظر گرفته شده است (روژی و همکاران، ۱۳۹۳).

۵- تعمیر اپراتور (عملیاتی)؛

۶- پمپ خانه (پمپ نمودن دای ایتلین گلايکول به نل های انتقالی)؛

۷- اتاق اندازه گیری مقدار استخراج مجموعی گاز؛

۸- بلاک تنظیم کننده سویچ بورد؛

۹- اتاق مرکز گرمی؛

۱۰- نقطه ی تقسیم کننده گاز.

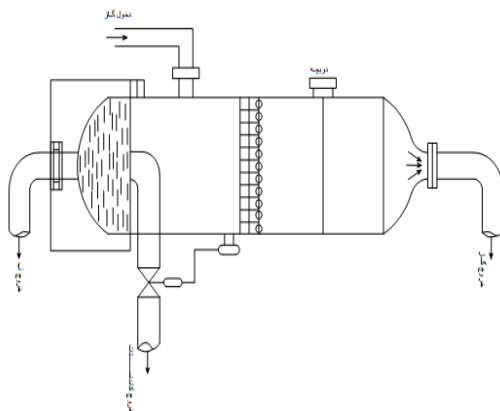
گاز از چاه ها توسط شلیف داخل نقطه تجمع می گردد، ابتداء از واشل ورودی عبور نموده، از طریق شتوسر تنظیم کننده و سرپوش بسته کننده داخل سپراتور افقی می گردد، سپراتور (تفکیک کننده) عبارت از تانک و یا برج فولادی می باشد که در آن گاز از آب، کاندنسات و مخلوط های میخانیکی جدا می گردد. در سپراتور از سرعت حرکت گاز کاسته شده، هم چنان در

داخل سپراتور حرارت گاز نیز پایین می‌آید که در نتیجه آن از گاز، آب و کاندنسات به شکل قطرات جدا شده و گازی که از آب و کاندنسات و مخلوط‌های میخانیکی پاک می‌شود، از دستگاه سپراتور خارج شده و از وال آلۀ اندازه‌گیری و وال خروجی عبور نموده، داخل نل‌های مشترک بلاک و بعداً به نل‌های مشترک نقطه تجمع داخل می‌شود. البته در نل‌های مشترک نقطه تجمع، یک آلۀ اندازه‌گیری مقدار مجموعی گاز نصب شده است.

گاز از نقطه خروجی نقطه تجمع توسط نلی که به نام کولکتر صنعتی یاد می‌شود و قطر آن ۴۲۰ ملی‌متر می‌باشد به تصفیه‌خانه انتقال و جهت‌یابی می‌گردد و در همین نل یعنی کولکتر صنعتی یک وال قطع‌کننده اتومات نصب می‌باشد. مقدار آب و کاندنسات که تا هنوز در گاز موجود باشد، از کولکتر صنعتی جدا شده و به ظرف مخصوص که به نام تانک تجمع کاندنسات یاد می‌شود، داخل شده و بعداً به شکل اتومات توسط لین کاندنسات به تصفیه‌خانه انتقال می‌یابد. کولکتر صنعتی عبارت از نلی است که گاز را از نقطه تجمع الی تصفیه‌خانه انتقال می‌دهد. سپراتورهای گازی، ساختمان و اهمیت آن سپراتورهای گازی برای جدا نمودن مخلوط‌های میخانیکی (ذرات احجار)، آب و کاندنسات بکار می‌رود که این عملیه جدا نمودن مخلوط‌های از گاز توسط قوه‌های ثقل و عطالت ایجاد شده در سپراتور، صورت می‌گیرد.

سپراتور ها سه بخش تقسیم شده است: افقی، عمودی و کروی (Boyun, 2011).

در معدن جوراسیک خواجه‌گوگردک، سپراتورهای جاذبوی افقی در نظر گرفته شده که دارای شکل استوانه‌ای بوده و فشار کاری که برای این سپراتور تعیین شده، ۶۰ اتموسفیر می‌باشد. سپراتور افقی دارای یک دریچه مسدود کننده بوده که برای معاینه کردن قسمت اصلی دخول گاز و خروج گاز مدنظر گرفته شده است. برای نصب نمودن سرپوش، در قسمت بالایی آن فلینجی (اتصالیه) موجود است که سوراخ فلینج، ۵ ملی‌متر بوده و در نزدیک این فلینج، یک فلینج دیگر موجود است که برای نصب نمودن کلپن (صفحه فیوزی) بکار برده می‌شود، در بالای سپراتور، مانومتر (فشارسنج) وصل شده که برای کم ساختن فشار گاز از سپراتور یک نل به قطر یک اینچ که دارای وینتل (وال) با قطر ۲۵ ملی‌متر و فشار ۶۴ اتموسفیر می‌باشد که توسط فلینج که قطر آن ۳۰۰ ملی‌متر می‌باشد، وصل شده است قرار شکل (۲).



شکل ۲. شیمیای ساختمان سپراتور جاذبوی افقی (Stewart, 2014).

تانک کاندنسات برای جمع‌آوری کاندنسات بعد از سپریشن، کار می‌کند که در قسمت بالای آن فلینجی موجود است که برای نصب نمودن تنظیم کننده، سطح مایع به کار برده می‌شود، در قسمت انجام آن دریچه برای معاینه کردن قسمت داخلی آن قرار دارد و در قسمت تحتانی آن، فلینج دیگری که برای اتصال نل محصولات کاندنسات از آن کار گرفته می‌شود، نصب گردیده است، برای نشان دادن حالت جدار داخلی و تأثیر محیط برای دیوار سپراتور، به ترتیب بعد از دو سال، معاینه‌ی داخل سپراتور اجرا می‌شود. ترتیب کار برای آمادگی سپراتور جهت معاینه قرار ذیل می‌باشد:

- ۱- چاه از قسمت دهنه توسط وال‌های کاری و احتیاطی بسته می‌گردد؛
- ۲- فشار گاز از نل‌های شلیف و نل ناقل صفر ساخته می‌شود؛
- ۳- کرن خروجی سپراتور بسته می‌گردد؛
- ۴- فشار سپراتور صفر می‌گردد؛
- ۵- دریچه‌ی سپراتور و تانک کاندنسات باز می‌گردد؛
- ۶- سپراتور و تانک کاندنسات توسط آب شسته می‌شود تا که کاندنسات به کلی از جدار آن جدا شود.

زمان معاینه آینده در پاسپورت آن تحریر گردیده و آزمایش هایدرولیکی سپراتور و اجزای آن در مدت هشت سال یک مرتبه صورت می‌گیرد و وقتی ما می‌توانیم بگوییم که آزمایش هایدرولیکی سپراتور به صورت درست صورت گرفته که اطراف آن دارای خصوصیات ذیل باشد:

الف- علامات انفجار؛

ب- خروج عرق (رطوبت و مایع) از قسمت های ولدینگ شده و یا از قسمت های اساسی آن؛

ج- تغییر شکل در قسمت های آن دیده نشود.
نتیجه ی آزمایش هایدرولیکی در پاسپورت سپراتورها باید درج شود.

۲.۲. اقسام شتوسرها و اهمیت آنها

شتوسر عبارت از فلز مدور با ضخامت های مختلف و با قطرهای دایروی شکل بوده که برای تنظیم نمودن فشار چاه ها و دستگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد. شتوسرها به صورت عموم دو نوع می باشد: تنظیم شونده و غیر تنظیم شونده.

ساختمان شتوسر، غیر تنظیم شونده ساده بوده، مقطع آن دایروی و هر دو طرف آن دارای جری می باشد، شتوسرها از فولاد، به شکل مخروطی ساخته شده و دارای سوراخ ها می باشد که از آن گاز خارج می گردد. قطر سوراخ ها ممکن است ۲ ملی متر الی ۲۰ ملی متر و یا زیاده تر از آن باشد. قابل تذکر است که این نوع شتوسرها دارای نواقصی می باشد که حین استخراج گاز به وجود می آید و آن این است که هرگاه خواسته باشیم دبت چاه را تغییر دهیم، باید شتوسر را تبدیل نماییم و برای تبدیل شتوسر لازم است که چاه متوقف گردد که بسیاری اوقات توقف چاه در زمان نامناسب باعث سکتگی در استخراج می گردد. جهت استخراج گاز معدن جوراسیک ساحه ی گازدار خواجه گوگردک برای تنظیم فشار دهنه ی چاه ها و هم چنان محافظه ی سپراتورها از فشار زیاد از شتوسرهای تنظیم شونده مارک (Sht-1) که در قسمت پیشروی قبل از سپراتور نصب می گردد، استفاده به عمل می آید. حدود تنظیم درجه چنین شتوسرها ۸ ملی متر الی ۲۰ ملی متر، فشار شرطی آن ۳۲۰ اتموسفیر و وزن آن ۱۵۹ کیلوگرام است. شتوسر تنظیم شونده ی (Sht-1) از پوش ورقه ی ضخیم با دریچه استوانه ای مجهز با خط-کش مدرج، نت، بازو وغیره تشکیل شده است.

۳.۲. خشک کاری گاز

قسمی که از معلومات جدول (۱) مشاهده به عمل می آید مقدار (۸۷.۲۲) درصد گاز طبیعی معدن جوراسیک ساحه گازدار خواجه گوگردک را گاز میتان، (۶.۷۵) درصد کاربن دای اکساید و (۳.۲۳) درصد آن را گاز هایدروجن سلفاید و متباقی بیشتر از (۲) درصد را هایدروکاربن های نسبتاً ثقیل (کاندنسات) تشکیل داده است.

علاوۀاً حین استخراج گاز از معدن، یک مقدار رطوبت در حجم معین گاز که همراه با گاز در معدن موجود می‌باشد، یکجا با گاز از معدن استخراج می‌گردد که این رطوبت آب با هایدروکاربن‌های ثقیل موجود در گاز باید از گاز جدا ساخته شود.

چون گاز طبیعی از محل استخراج تا مصرف کننده‌ها با کمک پایپ‌لاین‌های گاز به فاصله‌های دور منتقل می‌گردد و یا پایپ‌لاین‌های مذکور از نواحی مختلف با اقلیم‌های گوناگون عبور می‌نماید؛ بنابراین، مسئله آماده ساختن و خشک‌کاری گاز یک مسئله بسیار با اهمیت و عدول ناپذیر می‌باشد.

موجودیت رطوبت، هایدروکاربن‌های مایع، مواد زنگ‌زننده و مخلوط مواد میخانیکی از یک‌سو قابلیت عبور پایپ‌لاین را کاهش داده و از جانب دیگر موجب ازدیاد مصرف انجبتور (ماده‌ی کیمیای ضد زنگ)، افزایش قدرت لازمه‌ی اگریگات‌های کمپریشنی، تسریع پروسه‌ی زنگ‌زدگی تجهیزات و مسدود ساختن آلات کنترولی، اندازه‌گیری و آلات تنظیم کننده می‌گردد. عوامل فوق اطمینانیت کار سیستم‌های تکنالوژیکی را کاهش داده، احتمال وقوع عوارض را در ستیشن‌های کمپریسوری و پایپ لاین‌های گاز افزایش می‌دهد، علاوۀاً گرد و خاک و مخلوط مواد میخانیکی موجب ساییدگی فلزات گردیده و در نتیجه‌ی نشست گرد و مواد میخانیکی بالای سطح آلات تعویض دهنده‌ی حرارت، مشخصات حرارتی آن‌ها را پایین می‌آورد. درصدی رطوبت آب در یک مترمکعب گاز معدن جوراسیک ساحه‌ی گازدار خواجه-گوگردک به یک گرم می‌رسد و اندازه‌ی جدا شدن آب در گاز مربوط به فشار و درجه‌ی حرارت گاز می‌باشد.

در صورت پایین آمدن درجه‌ی حرارت و فشار گاز حین استخراج از چاه‌های گازی، در داخل نل شلیف، کوکلتور و پایپ لاین‌ها، رطوبت موجود در گاز، جدا شده باعث جمع شدن آب و به‌وجود آمدن سکتگی در پروسه‌ی مربوط می‌گردد. رطوبت موجود در گاز در شرایط پایین آمدن فشار و درجه‌ی حرارت در پایپ‌لاین‌ها از گاز جدا گردیده و باعث تشکیل هایدرات‌ها می‌گردد. هایدرات‌ها عبارت از ترکیب کرستالی مالیکول‌های آب با گاز بوده و شبیه برف و یا یخ می‌باشد، با پایین آمدن فشار و یا گرم شدن گاز، هایدرات‌ها به آب و گاز جدا می‌گردد. هایدرات‌ها، نل‌های گاز و یا سپراتور را مسدود نموده و فعالیت دستگاه‌ها و پایپ‌لاین‌ها را غیر نورمال می‌سازد و این حالت اکثراً در وقت سرد شدن هوا رخ می‌دهد (Stewart, 2014).

برای رفع نمودن تشکیل هایدرات‌ها، گاز را در سپراتورهای نقاط تجمع و یا در شعبه‌ی خشک کننده‌ی گاز خشک می‌سازند. خشک نمودن گاز به دو شیوه (شیوه‌ی افسوریشن و شیوه‌ی ادسوریشن) صورت می‌گیرد:

۳.۲.۱. شیوهٔ اِیسورِیْشَن: اِیسورِیْشَن عبارت از عملیۀ جذب شدن گازات توسط مایعات می‌باشد و مایعات جذب کنندهٔ گازات را به‌نام اِیسورِیْنت یاد می‌کنند و پروسهٔ اِیسورِیْشَن در دستگاه مخصوصی که به‌نام اِیسورِیْر یاد می‌شود اجرا می‌گردد و اِیسورِیْر عبارت از ظرف برج مانند میان‌خالی بوده که به داخل آن بشقاب‌های مخصوص نصب می‌باشد.

۳.۲.۲. شیوهٔ اِیسورِیْشَن: اِیسورِیْشَن عبارت از عملیۀ جذب شدن گاز توسط مواد جامد است و مواد جامد جذب کنندهٔ گازات را به‌نام اِیسورِیْنت یاد می‌کنند. پروسهٔ اِیسورِیْشَن در دستگاه مخصوصی که به‌نام اِیسورِیْر یاد می‌شود، اجرا می‌گردد. در عملیۀ اِیسورِیْشَن دویایه اِیسورِیْر نصب می‌گردد که یکی آن برای تصفیۀ گاز و دیگر آن برای تصفیۀ اِیسورِیْنت فعالیت می‌کند. در معادنی که گاز طبیعی آن با خود کاندنسات و بخارات آب را دارا باشد، گاز بعد از عملیۀ اِیسورِیْشَن و یا اِیسورِیْشَن از طریق دستگاه سپرِیْشَن حرارت پایین جهت جدا شدن آخرین قطرات آب و کاندنسات عبور داده شده و در آن جا گاز از بخارات آب و کاندنساب جدا گردیده که در نتیجهٔ آن خشک‌کاری گاز صورت می‌گیرد (Stewart, 2014).

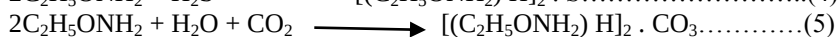
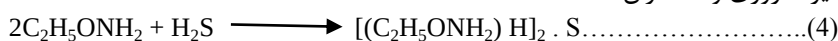
طریقه‌های اِیسورِیْشَن و اِیسورِیْشَن برای خشک‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این عملیه گاز تا نقطهٔ شبنم خشک می‌شود. نقطهٔ شبنم عبارت از درجهٔ حرارت گاز تحت فشار (۵.۵) میگاپاسکال می‌باشد که آخرین قطرات مایع از گاز جدا ساخته می‌شود و در محیط‌های مختلف با اقلیم‌های گوناگون، نقطهٔ شبنم نیز مختلف می‌باشد. از این شیوه‌ها برای جدا نمودن کاندنسات از گاز نیز استفاده می‌گردد. باید تأکید نمود که طریقه‌های اِیسورِیْشَن و اِیسورِیْشَن به حیث مؤثرترین طریقهٔ تصفیۀ گاز از هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای‌اکساید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳.۳.۲. تصفیۀ گاز از هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای‌اکساید

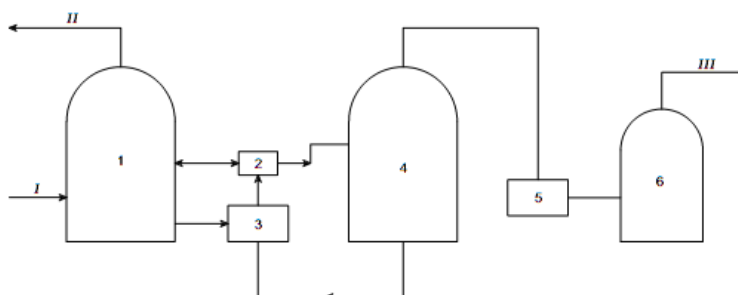
در ترکیب گازهای طبیعی اکثر ساحات معدن‌دار، گازهای هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای-اکساید موجود بوده که موجودیت گازهای متذکره در گاز قابل انتقال از طریق پایپ‌لاین‌ها، از یک طرف موجب زنگ‌زدگی و حتی تخریب تجهیزات صنعتی و لوله‌ها می‌گردد و از جانب دیگر گاز هایدروجن سلفاید یک گاز مسموم کنندهٔ شدید بوده که موجودیت (۰.۱) درصد آن در هوا باعث بیهوشی و مرگ می‌گردد. چنین گازهای طبیعی را به‌نام گازهای ترش نیز یاد می‌نمایند (نظری، ۱۴۰۱).

مقدار مجاز هایدروجن سلفاید در گاز مورد استعمال برای تسخین (۰.۰۲) گرم در یک متر- مکعب گاز می‌باشد. برای تصفیۀ گاز هایدروجن سلفاید از مواد جاذبه‌الرطوبهٔ جامد و مایع

استفاده به عمل می‌آید. هایدرواکساید آهن و زغال سنگ جذب کننده از جمله‌ی مواد جاذب-الرطوبه‌ جامد می‌باشد. گاز کاربن‌دای اکساید نیز مخلوط اضافی بوده و در صورت موجودیت آن در ترکیب گاز طبیعی، آنرا از ترکیب گاز جدا می‌نمایند. تصفیه‌ گاز کاربن دای اکساید را از ترکیب گاز طبیعی می‌توان با کمک آب گرم تحت فشار و هم‌چنان طریقه‌ی ایتانول‌امین انجام داد. مؤثرترین طریقه‌ همزمان تصفیه‌ گاز از موجودیت گازات مضره هایدروجن سلفاید و کاربن-دای‌اکساید، عبارت از طریقه‌ی مونوایتانول‌امین، دای‌ایتانول‌امین و ترای‌ایتانول‌امین می‌باشد، تعامل مونوایتانول‌امین با هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای‌اکساید قرار تعاملات رجعی ذیل صورت می‌گیرد (روژی و همکاران، ۱۳۹۳):



شیمیای مختصر تکنالوژیکی تصفیه‌ گاز با کمک محلول ایتانول‌امین مختصراً در شکل (۳) ارائه گردیده است.



شکل ۳. شیمیای مختصر تکنالوژیکی تصفیه‌ گاز با کمک محلول ایتانول‌امین

دراین‌جا:

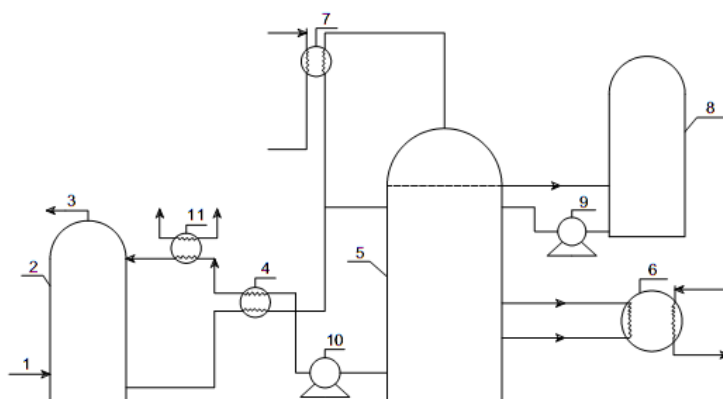
- ۱- اِبسوربر ۲- یخچال ۳- تعویض دهنده‌ حرارت ۴- دی‌سوربر ۵- یخچال ۶-
- سپراتور.

I- گاز خام؛

II- گاز تصفیه شده؛

III- گاز های هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای‌اکساید.

قسمی‌که از شکل (۳) دیده می‌شود گاز مشبوع از هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای اکسایدوارد قسمت تحتانی اِبسوربر (۱) می‌شود گاز تصفیه شده از قسمت فوقانی اِبسوربر وارد



شکل ۴. شیمیای معاصر تکنالوژیکی تصفیۀ گاز ترش از هایدروجن سلفایدو کاریدن دای اکساید.

۱- در نتیجهٔ اکتشاف صنعتی معدن رسوبات جوراسیک فوقانی ساحهٔ گازدار خواجه گوگردک، معدن گاز با ذخیره‌ی ۱۸.۸۳ میلیارد مترمکعب و سلفر (۳.۲۳) درصد تعیین گردیده است. امکان دارد که رسوبات جوراسیک فوقانی در تمام ضخامت خویش مشبوع از گاز باشد، در حالی که جریان صنعتی گاز تنها از یک قسمتی از ضخامت گاز خیزی رسوبات جوراسیک به‌دست آمده است. تا جای که معلوم است نتایج به‌دست

آمده پیرامون طبقه‌بندی معدن برای طرح‌ریزی پروژه استخراج معدن ناکافی بوده و از طرف دیگر نظر به موجودیت گازهای مضره‌ی هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای اکساید در ترکیب گاز طبیعی معدن، ادامه‌ی اکتشاف صنعتی در ساحه‌ی مذکور از نظر اقتصادی مفید نمی‌باشد؛ بنابراین، لازم است تا هرچه زودتر پروژه‌ی استخراج تجربی‌صنعتی معدن ترتیب گردیده و به رویت سند مذکور معدن تحت مرحله‌ی استخراج تجربی‌صنعتی قرار گیرد.

۲- از این‌که نظر به ضرورت روزافزون عرصه‌های مختلف حیات جامعه‌ی افغانستان به مواد سوخت و وارد نمودن سرسام آور آن از خارج از کشور با هزینه‌ی بالا از یک‌طرف و کاهش قابل ملاحظه‌ی میزان استخراج سالانه‌ی گاز از معادن تحت استخراج تصدی افغانستان از جانب دیگر، هر چه زودتر معدن نزدیک‌ترین و بسیار زیاد قابل دسترس‌ترین جوراسیک خواجه گوگردک تحت بهره‌برداری قرار گیرد.

۳- نظریه‌ی کم‌رسی گاز تصفیه‌شده‌ی دستگاه‌های خشک‌کننده و تجرید سلفر ساحات گاز-دار یتیم‌تاق، خواجه‌گوگردک و جرق‌دق و ظرفیت تولیدی خیلی‌ها پایین آن‌ها، هرچه سریع‌تر، سیستم‌های تجمع و تصفیه‌ی گاز معدن جوراسیک خواجه‌گوگردک مطابق شیمای تکنالوژیکی اثر تحت تحقیق و پیشنهادی مایان آماده و به بهره‌برداری سپرده شود.

۴- تقسیمات چاه‌های استخراجی معدن جوراسیک فوقانی نظر به دلایل جیولوجیکی-صنعتی و خواص کولکتری و موجودیت شکستگی به قسم شبکه‌ی مثلی تقسیمات چاه-ها، صورت می‌گیرد که فاصله بین آن‌ها ۷۵۰ متر می‌باشد و فاصله بین چاه اکتشافی نظر به دستورالعمل اکتشاف، از ۱۵۰۰ متر تجاوز نمی‌نماید.

۴. مناقشه (Discussion)

گاز معدن جوراسیک خواجه‌گوگردک نظریه ترکیب، از گاز رسوبات هتریویون فرق قابل ملاحظه‌ای داشته که سیستم تجمع‌گاز در ساحه‌ی مذکور به‌شکل متفاوت از معدن هتریویون (نظر به مساحت، ذخیره‌ی معدن و ترکیب گاز)، به‌شکل سیستم تجمع‌گروپی گاز طرح‌ریزی و اعمار گردد. با موجودیت گازهای هایدروجن سلفاید و کاربن‌دای اکساید در ترکیب گاز، ساختمان چاه نیز مغلق و پر هزینه می‌گردد؛ بنابراین، ساختمان چاه با در نظرداشت شرایط زنگ‌زدگی گازهای مضره با الیازهای فلزات مارک بلند انتخاب می‌گردد.

در رسوبات جوراسیک فوقانی، گاز هایدروجن سلفاید به (۳.۲۳) درصد و گاز کاربن دای-اکساید (۶.۷۵) درصد وجود دارد که موجودیت هم‌چو مرکبات در ترکیب گاز، تجهیزات صنعتی را به زنگ‌زدگی و تخریب مواجه می‌سازد، برای جلوگیری از زنگ‌زدگی تجهیزات، لازم است؛ تا اجراءات ذیل به منصه اجرا گذاشته شود:

الف- ستون استخراجی و نل‌های پمپی کمپریشنی از فولاد مخصوص ضدزنگ (S-75) تهیه گردد؛

ب- فضای عقب نل‌ها با پاکر(آله‌ی مسدود کننده فضای داخل و عقب نل پمپی کمپریشنی) مجهز گردد؛

ج- در فضای عقب نل‌ها انجبتور (مایع‌کیمیای ضدزنگ) تزریق گردد، مقدار انجبتور مذکور (۲) الی (۵) کیلوگرام در هزار متر مکعب گاز در نظر گرفته شود؛

د- برای پمپ نمودن انجبتور در قسمت تحتانی نل‌های پمپی کمپریشنی بالاتر از سقف طبقه-ی مئمر وال مخصوص نصب گردد؛

و- بشمک (انجام تحتانی نل پمپی کمپریشنی) با سیستم مخصوص وال‌ها مجهز گردد.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

گاز از چاه‌ها به مرکز تجمع از طریق شلیف‌ها انتقال داده می‌شود، طوری‌که در ترکیب گاز به اندازه (۷) الی (۸) گرم در یک مترمکعب کاندنسات وجود دارد، در این حالت لازم دیده می‌شود تا در مرکز تجمع، دستگاه سپریشن حرارت پایین نصب گردد، نصب این دستگاه امکان می‌دهد تا در طول مدتی‌که فشار در دهنه چاه‌ها زیاده‌تر از صد اتموسفیر باشد، کاندنسات استخراج گردیده و هم‌چنان گاز از رطوبت، در حرارت‌های تا حداقل (۱۵-) درجه سانتی‌گراد خشک کاری می‌گردد که این موضوع امکان جلوگیری از زنگ‌زدگی کلکتور صنعتی را نیز فراهم می‌سازد. به این ترتیب برای ساختمان سیستم تجمع گاز به تجهیزات ذیل ضرورت دیده می‌شود:

۱- شلیف‌ها با قطر (18 x 159) ملی متر از فولاد نوع (st-20) با طول مجموعی (L_{shl}) مساوی به (۶۳.۹۸) کیلومتر.

برای جلوگیری از زنگ‌زدگی از شلیف‌ها، در دهنه چاه، ساختمان مخصوص انجبتور نصب گردد؛

۲- نل‌های انجبتور با اندازه‌ی (4 x 57) ملی متر از فولاد نوع (St-20) برای رسانیدن انجبتور از مرکز تجمع به چاه‌ها و طول مجموعی (L_{eng}) مساوی به ۶۳.۹۸ کیلومتر؛

۳- مرکز تجمع (Gathering Point-GP) برای تجمع گاز استخراج شده به اندازه ۱.۴۲ میلیارد مترمکعب در یک سال؛

در مورد مطالعه مسائل راجع به ساختمان دستگاه‌های صنعتی و آماده ساختن گاز برای انتقال به مناطق دور دست باید یادآور شد که جهت انتخاب مساعدترین شیمای تکنالوژیکی، سیستم‌های تجمع، تصفیه و آماده ساختن گاز پیشنهاد می‌گردد تا کامپلیکس تحقیقات ذیل صورت گیرد:

الف- تحقیقات راجع به تدقیق ذخایر گاز و کاندنسات در تمام ضخامت گازخیز رسوبات متمر معدن جوراسیک ساحه گازدار خواجه گوگردک؛

ب- اجرای کامپلیکس تحقیقات تجربوی به‌منظور پیش‌بینی کار ساختمان‌های صنعتی - (سیستم تجمع و تصفیه خانه) و پایپ‌لاین گاز طبق شرایط ترمودینامیکی؛

ج- اندازه‌ی حقیقی ضایعات فشار در طی سلسله مراحل طبقه، چاه و ساختمان‌های صنعتی تحت رژیم مختلف کار چاه‌ها؛

د- تحقیقات خواص فیزیکی و ترکیب کیمیاوی کاندنسات طبق پروگرام ذیل:

۱- تعیین خواص فیزیکی و ترکیب کیمیاوی گاز در جریان استخراج؛

۲- تعیین شدت عمل زنگ‌زدگی تجهیزات؛

۳- تعیین خواص تجارتي کاندنسات؛

و- تعیین خصوصیات و روش‌های ازدیاد ثمربخشی چاه؛

ه- تدقیق ساختمان جیولوجیکی معدن و انتخاب ساختمان مناسب چاه.

منابع و مأخذ

بویان، گو و همکاران. (۱۳۹۴). مهندسی بهره‌برداری مخازن هایدروکاربوری. ترجمه: عباس

خاکسار و همکاران. تهران: ستایش.

طغیان، محمدی. (۱۴۰۰). استخراج معادن نفت و گاز. کابل: آشکار.

قایم، قطب الدین. (۱۳۹۸). ساحات نفت و گاز دار افغانستان. کابل: مستقبل.

ژوری، الکساندر و همکاران. (۱۳۹۳). گاز طبیعی، تولید، فرآوری و انتقال. ترجمه گیتی-

ابوالحمد، علیرضا بهرامیان و محمدرضا رسائی. تهران: دانشگاه تهران.

گروپ متخصصین روسی. (۱۹۸۰). اطلس ساحات نفت و گازدار افغانستان. انتشارات کابل.

گروپ متخصصین روسی. (۱۹۸۷). راپور پروژه‌ی استخراج گاز ساحات گاز دار خواجه گوگردک

و جرقدوق، سراتوف.

گروپ متخصصین روسی. (۱۹۷۴). پروژه‌ی استخراج رسوبات هتریویون ساحه‌ی گاز دار خواجه گوگردک. مسکو: نیدره.

نظری، محمد. (۱۴۰۱). بررسی فرآیند تصفیه و فراورش گاز طبیعی. هجدهمین کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در علوم و مهندسی شیمی، بابل. <https://civilica.com/doc/1611480>

Economides, M. J. (2013). *Petroleum production systems*. Pearson education.

Boyun, G. (2011). *Petroleum production engineering, a computer-assisted approach*. Elsevier.

Kelkar, M. (2008). *Natural gas production engineering*. PennWell Books, LLC.

Stewart, M. (2014). *Surface Production Operations: Vol 2: Design of Gas-Handling Systems and Facilities (Vol. 2)*. Gulf Professional Publishing.

Группа Геологов Нефтяников По Оказанию Техсодействия В Поисках И Разведки Нефти И Газа В Р А . (1991). *Баланс Запасов Нефти И Горючих Газов Республика Афганистан*. Шибеган.

Мелников, В. Б. (2017). *Промысловый сбор и переработка газа и газового конденсата*. гобкина.

مجله علمی - تحقیقی دیدگاه

دوره ۲، شماره ۱ (مسل ۲)، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۵۱-۶۳

بررسی منافع اجتماعی جایگزین CNG به مواد سوخت دیگر غرض

کاهش آلاینده‌گی شهر شبرغان

عبدالجمیل حیدری

پوهنوال، دیپارتمنت انجینیری صنایع مواد غیرعضوی، پوهنځی انجینیری صنایع کیمیاوی، پوهنتون جوزجان، شبرغان، افغانستان.

<https://orcid.org/0009-0002-6465-7338> - jamilhaidary222@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۲)

چکیده

یکی از عوامل اصلی و افزایش آلاینده‌گی، موجودیت موتورها و فرسوده و دودزا می‌باشد که با توجه به افزایش بیش از حد این نوع موتورها در شهرها، آلاینده‌ها افزایش پیدا نموده و منجر به امراض گوناگون؛ مانند: بروز اختلالات تنفسی، امراض قلبی - عروقی و حتی به تغییرات اقلیمی می‌شود. همچنین استفاده بیش از حد سوخت‌های فسیلی به‌خصوص بنزین، دو نقایص را متحمل می‌سازد: یکی باعث آلوده شدن محیط‌زیست شده و دیگر قیمت‌ها را افزایش می‌دهد که خود در پیچه استفاده از سایر مواد سوخت از جمله گاز طبیعی را باز می‌سازد. نتایج تحقیقات متعددی نشان می‌دهد که به‌کارگیری از گاز طبیعی (CNG) در موتورها می‌تواند راهکار مؤثر برای رفع مشکلات آلودگی محیط‌زیست در شهرها شده و باعث صرفه‌جویی در قیمت مواد سوختی گردد. هدف از این تحقیق مقایسه گاز CNG با سایر مواد سوخت و دریافت مؤثریت آن در انجن‌ها می‌باشد. روش این تحقیق براساس هدف ترویجی و از نگاه ماهیت داده-ها تحلیلی-توصیفی بوده که جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات به روش کتابخانه‌ای صورت گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که گاز فشرده طبیعی یک مواد سوخت ایمن و پاک بوده و آسیب کمتری در محیط‌زیست نسبت به سایر مواد سوختی دارد و همچنین تعداد بیشتری وسایط نقلیه نیز از آن استفاده می‌نمایند. از همین‌رو، سبب توسعه صنعت گاز فشرده شده می‌تواند. با توجه به منابع غنی گاز طبیعی شهر شبرغان و جلب سرمایه‌گذاری دولت، اهمیت و جایگاه گاز فشرده به یکی از بهترین جایگزین‌های مواد سوخت در انجن‌های احتراق داخلی تبدیل گردیده می‌گردد.

کلمات کلیدی: آلاینده‌گی، محیط‌زیست، شهر شبرغان، گاز فشرده، CNG.

Investigating the social benefits of substituting CNG for other fuels to reduce pollution in Sheberghan City

Abdul Jamil Haidari

Associate Prof, Department of Inorganic Substances Industries Engineering, Faculty of Chemical Industry Engineering, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan.
jamilhaidary222@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0002-6465-7338>

(Received: 23/07/2024 - Accepted: 20/11/2024)

Abstract

One of the main factors contributing to increased pollution is the presence of old and smoky vehicles. The excessive increase of such vehicles in cities, pollutants have risen, leading to various diseases such as respiratory disorders, cardiovascular diseases, and even climate change. Additionally, the excessive use of fossil fuels, especially gasoline, incurs two drawbacks: it causes environmental pollution and increases prices, which in turn opens the door to the use of other fuel materials, including natural gas. The results of numerous studies indicated that the use of Compressed Natural Gas (CNG) in vehicles can be an effective solution for addressing environmental pollution problems in cities and can lead to savings in fuel costs. The aim of this research is to compare CNG gas with other fuels and to assess its effectiveness in engines. The method of this research is based on a promotional objective and, from the perspective of data nature, is analytical-descriptive, with data and information collection carried out through library methods. The results of this research indicate that compressed natural gas is a safe and clean fuel, causing less environmental damage compared to other fuels, and a greater number of vehicles also use it. Therefore, it can lead to the development of the compressed gas industry. Considering the rich natural gas resources of the city of Sheberghan and attracting government investment, the importance and position of compressed gas have become one of the best alternatives to fuel materials in internal combustion engines.

Keywords: Pollution, Environment, Sheberghan City, Compressed Gas, CNG.

۱. مقدمه (Introduction)

اولین ویژگی گاز CNG وزن مخصوص آن است که برابر به ۰/۵۸۷ کیلو گرام فی مترمکعب می‌باشد، به این معنی است که این گاز از هوا نیز سبک‌تر می‌باشد؛ بنابراین، در اتمسفیر بالا رفته و از بین می‌رود. گاز در عمل سوخت پاک و تا حد بسیار زیادی بدون آلودگی می‌باشد. از آنجای که یک سوخت گازی که هیچ کاربنی به‌عنوان محصول احتراق تشکیل نشده و سطح داخلی انجن تمیز باقی می‌ماند، به دلایل فوق موتورهاى گاز فشرده به راحتی و بدون به کارگیری هر نوع تجهیزات جانبی و خارجی در موتورهاى بنزین سوز، قادر خواهند بود (امین‌طهماسبی و رضوی‌نسب، ۱۴۰۱).

در این تحقیق تلاش صورت گرفته تا از گاز CNG به جای مواد سوخت دیگر در موتورهاى شهری استفاده گردد. همچنان تفاوت گاز فشرده را با سوخت‌هاى دیگر در کشور، از منظرهاى مختلف مطالعه نموده، مزایا و معایب آن‌ها بیان شده که از جمله هدف این تحقیق می‌باشد. تحقیقات نشان داده که اگر از گاز فشرده استفاده صورت نگیرد، در واقع برای جلوگیری از آلاینده‌گی‌ها اقدام صورت نگرفته و باعث افزایش آلودگی‌ها در محیط زیست شده و منجر به افزایش بیماری‌هاى مختلف، کاهش بهره‌وری نیروی کار، افزایش خوردگی در صنایع، کاهش متوسط ضریب هوش کودکان متعلم، افزایش مرگ‌ومیر کودکان و کهن سالان، رخصتی‌هاى دوام‌دار مکاتب می‌شود.

افغانستان در جمع کشورهاى دارنده، ذخایر گاز طبیعى در جهان است؛ اما از این ذخایر به صورت فنى و معیاری استفاده مؤثر صورت نمی‌گیرد. مدت‌ها است که از بنزین و دیگر مواد فسیلی مانند اکثر کشورهاى دنیا به‌عنوان مواد محروق به‌شکل متداول در ماشین موتورهاى تیز رفتار استفاده می‌شود. با توجه به اختلاف ظرفیت تولیدی و میزان مصرف بنزین در کشور بخش عمده از این محروق از خارج وارد می‌شود که بار مالی فراوان را از بابت خرید، حمل و نقل به اقتصاد کشور وارد می‌کند. یکی از مشکلات اساسی اقتصاد کشور، مسئله عدم هماهنگی مصرف انرژی با توانایی‌هاى تولید داخلی است. این موضوع ناشی از مصرف زیاد انرژی به‌ویژه مواد نفتی است که این عمل یک مشکل جدی می‌باشد؛ اما با توجه به وجود ذخایر فراوان گاز در افغانستان سهولت استفاده از این محروق و آلوده نکردن محیط‌زیست از جمله برتری این گاز که نسبت به محصولات نفتی دارد و جایگزین نمودن گاز فشرده CNG یکی از برتری این گاز به‌شمار می‌رود (کدخدایی، ۱۳۸۴).

با توجه به منابع غنی گاز طبیعى و سرمایه‌گذاری دولت در این بخش، اهمیت و نقش گاز فشرده شده به‌عنوان یکی از بهترین جایگزین‌هاى مواد محروق بر انجن‌هاى احتراق داخلی

می‌باشد. از طرف دیگر، به دلیل نقش آفرینی عوامل متعدد اقتصادی، سیاسی و اجتماعی در عملکرد این صنعت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در آن با پیچیدگی‌های خاص همراه است که از این رو در این پژوهش جهت ارائه راهکارهای مناسب به‌منظور توسعه استفاده از گاز فشرده شده به‌جای سایر مواد محروق وسایط نقلیه در بخش حمل و نقل جاده استفاده شده است. میتان یک گاز سبک بوده و به سرعت با هوا ترکیب می‌شود، در حالی که برای ترکیب بنزین با هوا تدابیری چون ایجاد خلا را در نظر می‌گیرند، برای این‌که از گاز طبیعی در انجن‌های داخلی استفاده شود، ابتدا باید آن فشرده شده به حالت مایع در بیاید به همین علت گاز طبیعی را فشرده، می‌نامند. گاز طبیعی دارای عدد اوکتان بالا است؛ یعنی از بهترین و مرغوب‌ترین بنزین شمرده شده، خالص و بدون افزودنی می‌باشد، در حالی که مواد محروق دیگر دارای تترا ایتیل سرب بوده که باعث فراریت بیشتر ماشین شده و باعث بیماری‌های سرطانی در انسان‌ها می‌گردد (کدخدایی، ۱۳۸۴).

گاز طبیعی شامل ۸۵ الی ۹۵ درصد میتان بوده و متباقی گازات چون کاربن‌دای‌اکساید، کاربن مونواکساید، پروپان و بوتان می‌باشد، که در مقایسه به بنزین دارای آلودگی کمتری می‌باشد. گاز طبیعی برای به حرکت آوردن ماشین آلات بوده که عدد اوکتان بالا یعنی قابلیت ایجاد تراکم بیشتر و دارای مصرف محروق کمتر می‌باشد و این گاز با مقایسه با گازات دیگر دارای توان بالا و استهلاک کمتر دارد (مشهدی و عربیان، ۱۳۹۰).

از آنجایی که بحث آلودگی هوا در بسیاری از کشورهای دنیا مطرح است؛ بنابراین، توسعه صنعت CNG در کشورهای مختلف در اولویت قرار گرفت. اگر چه در بسیاری از مناطق دنیا CNG در حال گسترش است؛ ولی در کشورهای؛ مانند: چین، هند، ایران و ایتالیا این موضوع بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (پاکیزه و ثابت‌جازاری، ۱۳۹۰).

در میان کشورهای آسیایی نیز، هند، پاکستان و چین از جمله کشورهای پیش‌تاز در استفاده از گاز طبیعی در وسایط نقلیه‌ها به‌شمار می‌روند، دولت پاکستان در دهه ۱۹۹۰ و سال‌های پس از آن مشوق‌های مختلفی را برای گسترش استفاده از گاز طبیعی در وسایط نقلیه‌ها به کاربران ارائه کرده است.

گاز فشرده عمر بعضی از قطعات انجن در صورت استفاده از CNG بیشتر خواهد شد. به‌طور مثال عمر مفید روغن انجن تا حد زیادی بالا می‌رود چرا که CNG باعث کثیف شدن یا کم شدن غلظت روغن انجن نمی‌گردد، از طرف چون هیچگونه سربی به همراه گاز CNG نیست رسوبات سخت سرب روی شمع‌ها ایجاد نمی‌شود و عمر مفید شمع‌ها نیز تا حد قابل توجهی

زیاد می‌سازد. از آنجای که گاز CNG سوخت گازی می‌باشد هیچ کاربری به‌عنوان محصول سوختن تشکیل نشده و سطح داخلی انجن را تمیز می‌نماید (پاکیزه و ثابت‌جاری، ۱۳۹۰). گاز طبیعی فشرده شده از تولیدات کشور یک بدیل پاک، ارزان و دومدار در افغانستان می‌باشد. وزارت معادن جمهوری اسلامی افغانستان اولین دستگاه گاز طبیعی فشرده را در ماه جوزا ۱۳۹۱ در شهر شبرغان ولایت جوزجان اساس گذاشت که یک دستاورد بزرگ در عرصه صنعت گاز و تولیدات داخلی کشور می‌باشد. قبل از تأسیس اولین دستگاه گاز طبیعی فشرده مواد نفتی و گازی کشور از کشورهای همسایه با در نظر داشت نوسانات قیمت مصارف انتقالات صورت می‌گرفت، رشد صنعت گاز طبیعی و پروسس گاز طبیعی به گاز فشرده برای محروق موتورها، جنراتورها و جهت اشتغال‌زایی، خلق چشمه‌های عایداتی برای دولت سکتور خصوصی و یکی از اسباب کاهش آلودگی گاز فشرده می‌باشد. استفاده از تیل پطروول و دیزل یکی از عوامل آلودگی هوا به حساب می‌آید که پاکی محیط زیست را تهدید نموده است (Khan, Yasmin & Shakoor, 2015).

توزیع کننده، وسیله انتقال محروق از ایستگاه به انجن می‌باشد. فشار محروق‌دهی مخازن انجن‌های گاز سوز اولیه احتیاج به فشار ۲۴۰۰ پاسکال را در حرارت ۷۰ درجه فارنهایت دارد (Khan, Yasmin & Shakoor, 2015).

۲. مواد و روش (Material and Method)

تحقیق حاضر بر اساس هدف ترویجی بوده و از نگاه ماهیت داده‌ها توصیفی - تحلیلی می‌باشد. جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است.

۱.۲. مواد

تجهیزات اساسی که در این عملیه می‌تواند گاز را فشرده سازد قرارذیل می‌باشد: مخازن گاز، رگلاتور، ریلی انژیکتور، فلتر گاز، حسگر، صفحه نمایش، پایب نل ناقل، بالون ذخیره گاز که کار آن قرار ذیل توضیح می‌گردد.

۱.۱.۲. حسگرهای فشار

حسگرهای فشار روی لوله‌های توزیع کننده نصب می‌گردند؛ تا از فشار درون مخزن مطلع گردیم. حسگرهای فشار نیز باید تا حد امکان نزدیک به وسایط نصب گردند. معمولاً به علت سرعت بالای گاز در داخل مخزن موتور توزیع کننده و دیگر محدودیت‌ها، حسگرها نمی‌توانند فشار دقیق مخزن را ثبت نمایند (ظهور، صفار و صدفی‌طهران، ۱۳۸۶).



شکل ۱. حسگر (ظهور، صفار و صدفی طهران، ۱۳۸۶).

۲.۱.۲. صفحه نمایش

این صفحه میزان گاز انتقال یافته به مخزن موتور را به اپراتور نشان می‌دهد. همچنین ممکن است، قیمت کل و قیمت هر واحد محروق را نیز نمایش دهد. میزان گاز منتقل شده می‌تواند بر اساس کثافت، پوند یا کیلو گرام، حجم SCF، ظرفیت حرارتی و یا میزان گالن گازوییل یا بنزین معادل، اندازه‌گیری شود (زمانی، رزداری و ابراهیمی، ۱۳۹۲).



شکل ۲. صفحه نمایش (مهدی‌زاده و سیدی، ۱۳۹۵).

۳.۱.۲. پایپ ناقل گاز

پایپ ایستگاه‌های CNG انعطاف پذیرند و معمولاً از فولاد ضد زنگ و از مواد بافتنی مصنوعی به انضمام پلاستیک فلئوئوری ساخته می‌شود. معمولاً پایپ تزریق به‌عنوان یک وسیله از پیش ساخته شده تهیه می‌گردد. جنس پایپ را به‌طوری عادی انتخاب می‌نمایند که هادی جریان برق ساکن باشد؛ تا از تجمع برق ساکن و احتمال جرقه‌زدن آن جلوگیری گردد. پایپ را باید در حد ایمنی تجهیزات مربوط به کمپرسور و سیلندرهای و حتی بالاتر از آن‌ها طراحی نمود. به‌طور معمولی آن‌ها را به‌طور هایدرواستاتیکی تا ۵،۱ برابر فشار پیشنهادی سازنده تست می‌کنند و بعد برچسب "استفاده برای" CNG بر آن نصب می‌گردد (بهرامی کهیش‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۳. پایپ ناقل گاز (بهرامی کهیش‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲)

۴.۱.۲. بالون ذخیره گاز در وسایل نقلیه

گاز طبیعی فشرده یا همان CNG جایگزینی برای بنزین، انجن دیزل، یا محروق پروپان می‌باشد. این نوع محروق نسبت به سوخت‌های یاد شده محروق پاک به حساب می‌آید، ایمنی بیشتری دارد؛ زیرا گاز طبیعی از هوا سبک‌تر است و هنگامی که نشت کرده یا بیرون می‌ریزد و در هوا پراکنده شده، محیط را آلوده نمی‌کند. چندی است که مبحث استفاده از گاز طبیعی به‌عنوان محروق در وسایل نقلیه، به بحث روز کشورهای خارجی و حتی ایران تبدیل شده است. آیا گاز طبیعی قادر خواهد بود تا روزی جای بنزین و گازوئیل را بگیرد؟ آیا واقعاً این محروق را جایگزین سوخت‌های مایع بکنیم؟ گزارشی که مطالعه خواهید کرد، نقد کوتاهی است بر موضوع استفاده از گاز طبیعی یا همان CNG در وسایل نقلیه. گاز طبیعی چیست؟ گاز طبیعی یا میتان، سبک‌ترین هایدروکاربن موجود در زمین است. فورمول کیمیای این گاز CH_4 است

بدین معنا که هر مالیکول میتان از ۱ اتم کاربن و چهار اتم هایدروجن تشکیل شده است. میتان همانند نفت و زغال سنگ یک محروق فسیلی محسوب می شود با این تفاوت که میتان از تجزیه بدن موجودات زنده توسط باکتری های غیر هوازی به وجود می آید (Gilliam, 2014).



شکل ۴. بالون ذخیره گاز در وسایط نقلیه (بهرامی کپیش نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

میتان به علت داشتن شکل گازی سریعاً به هوا ترکیب شده و در صورت محترق شده، با شعله آب رنگی می سوزد.

استفاده از میتان در گرمایش ساختمان ها و کاربرد آن به عنوان محروق در نیروگاه ها سال ها است که ادامه دارد؛ ولی شاید به جرات بتوان گفت که استفاده از آن در صنعت حمل و نقل هیچگاه به صورت اصولی دنبال نشده است. دلیل این امر را می توان در نفوذ سیاسی و اقتصادی کمپنی های عظیم نفتی دانست؛ ولی جایگاه میتان در کشور ما چگونه ارزیابی می شود (Griffin & Fantin, 2014).

مهم ترین مسئله ای که باعث شده تا دولت ایران به فکر گاز سوز کردن وسایط نقلیه ها بیافتد، یکی آلودگی هوا و دیگری کاهش واردات بنزین و جلوگیری از خروج ارز از کشور است. ماشین های گازسوز، اگر چنانچه انجن آن ها درست تنظیم شود، دارای مصرف بسیار کمی هستند و آلودگی آن ها به هیچ عنوان قابل مقایسه با ماشین های بنزینی نیست. میزان اکسید خارج شده از اگزوز ماشین های گاز سوز تا ۷۵ درصد کمتر از انواع مشابه بنزین است. گاز طبیعی بر خلاف بنزین فاقد گوگرد است و دود حاصل از سوختن آن عاری از اکسید گوگرد است. میزان مونو اکسید کاربن آن بسیار کمتر از سخت ترین استانداردهای موجود در امریکا و اروپا است. مقدار ذرات معلق نیز عملاً به صفر می رسد. به صورت خلاصه می توان این چنین

نتیجه‌گیری کرد که گاز سوز کردن تاکسی‌ها و ملی‌بس‌های شهری چون افغانستان باعث کاهش آلودگی هوا تا میزان ۴۰ درصد خواهد شد (صادقی و کریمی، ۱۳۹۷). در حالت گازی، انرژی گاز طبیعی CNG در حدود ۲۰۰ برابر گاز طبیعی غیر فشرده است.

۵.۱.۲. حرارت نقطه شبنم

حرارت نقطه شبنم یک گاز حرارتی است که در آن حرارت بخار موجود در یک حجم معین و فشار معلوم شروع به تقطیر می‌کند. اگر حرارت گاز بالاتر از حرارت نقطه شبنم باشد، گاز حالت ما فوق گرم داشته و میزان بخار آن از حالت نقطه شبنم کمتر می‌باشد. در نقطه شبنم، گاز بیشترین مقدار بخار آب را در خود دارد و پایین‌تر از نقطه شبنم بخار موجود شروع به تقطیر می‌کند.

حرارت نقطه شبنم با افزایش فشار زیاد می‌شود؛ یعنی در مکان‌های پر فشار بعد از کمپرسور و در تجهیزات وسایط نقلیه به راحتی ممکن است به حرارت نقطه شبنم برسیم و شاهد تشکیل قطرات آب باشیم (کریمی، ۱۳۹۸).

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

گاز طبیعی به عنوان منبع اصلی CNG نسبت به سوخت فسیلی دیگر، فراوان و پایدارتر است و در شهر شبرغان به راحتی در دسترس قرار می‌گیرد. هزینه آن کمتر از سوخت‌های دیگر است، انتشار گاز آلاینده چون کاربن دای اکساید و ذرات معلق را کاهش داده و این برتری‌ها موجب کاهش آلودگی هوا و تأثیرات منفی آن در محیط‌زیست گردیده است، در حالت کلی هر کدام از دو نوع سیستم محروق بنزین و CNG دارای مزایا و معایبی بوده که باید با در نظر گرفتن، گاز طبیعی فشرده و گاز طبیعی که بخش اصلی آنرا گاز میتان تشکیل می‌دهد، این گاز در فشار بالای نگهداری می‌شود که حدود ۲۰۰ - ۲۴۸ بار است که رقم بسیار بالای محسوب می‌شود. این گاز بسیار پاک بوده و آسیب‌های کمتری نسبت به سوخت‌های مثل بنزین و گازوئیل و حتی LPG به محیط‌زیست وارد می‌کند. گاز فشرده به دلیل سبک بودن آن سریعاً به هوا رفته و احتمال خطر انفجار و آتش‌سوزی کمتری دارد. خوشبختانه در ولایت جوزجان به صورت فراوان قابل دسترس است. از این رو، برخی از انجن‌ها به صورت استاندارد برای کار با این محروق طراحی می‌شوند، در برخی نیز با تغییرات آنرا برای سوختن گاز طبیعی آماده می‌کنند. همچنین گاز فشرده به صورت مایع نیز تبدیل گردیده که LNG نام دارد و در بسیاری از کشورها برای وسایط نقلیه‌ها خصوصاً وسایط نقلیه‌های تجاری استفاده می‌نمایند.

۴. مناقشه (Discussion)

گاز CNG، گازی است به مراتب پاکتر نسبت به محروق بنزین از نظر آلودگی‌های خروجی اگزوز بوده است. میزان آلودگی‌های خروجی از اگزوز که اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد، محروق CNG به مراتب سالم‌تر از بنزین است، مقایسه گاز CNG نسبت به دیگر مواد فسیلی از این دیدگاه حایز اهمیت است. گاز فشرده از خوبی‌های بی‌شمار برخوردار بوده که یکی از خوبی‌های آن عدم وارد کردن صدمه در کاهش طول عمر انجن می‌باشد. به‌عنوان مثال عمر مفید روغن انجن تا حد زیاد افزایش می‌یابد چرا که گاز فشرده باعث آلودگی یا رقیق شدن روغن انجن نمی‌شود. گاز طبیعی محروقی با احتراق پاک و اقتصادی است که سبب افزایش عمر انجن و کاهش تعمیرات آن می‌شود. تبدیل پلک در انجن‌های بنزینی تا ۳۲۰۰۰ کیلومتر دوام دارد، ولی در انجن‌های گاز سوز این عدد به ۱۲۰۰۰۰ کیلومتر افزایش می‌یابد (ظه‌ور، صفار و صدفی‌طهران، ۱۳۸۶).

کثافت انرژی CNG ۴۲ درصد نسبت به گاز طبیعی مایع شده و ۲۵ درصد نسبت به گازوییل است؛ یعنی CNG در حجم مساوی یک چهارم گازوییل انرژی تولید می‌کند. گاز ایتان به‌راحتی قابل پمپاژ کردن است؛ بنابراین، خیلی سریع در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد و احتیاج به هزینه حمل و نقل بالای ندارد. وجود شبکه عظیم خط لوله گاز طبیعی در اکثر نقاط وجود این گاز را در همه‌جا در دسترس قرار داده؛ بنابراین، هزینه حمل‌ونقل این گاز نیز به شدت کاهش یافته است. همچنین مقایسه قیمت یک لیتر بنزین ۴۷ سنت و قیمت معادل گاز CNG این مقدار محروق بنزین ۱۰ سنت بوده که به وضوح نشانی ارزانی محروق CNG نسبت به محروق بنزین می‌باشد (ظه‌ور، صفار و صدفی‌طهران، ۱۳۸۶). در وسایط نقلیه گازسوز به علت کاهش قابل ملاحظه رسوبات کاربن در منطقه احتراق، ورودی سوپاپ‌ها، سربستون‌ها و شیارهای رینگ‌ها، امکان گریپاژ کردن قطعات به مراتب کاهش یافته، همچنین به علت کاهش قابل ملاحظه‌ای رسوبات کاربن و آلودگی‌های خروجی، روغن انجن و فیلتر آن نسبت به محروق بنزین تکنالوژی‌تر باقی‌مانده و زمان تعویض آن‌ها در نتیجه هزینه عملیاتی انجن گازسوز نیز کاهش می‌یابد.

برای به کارگیری گاز طبیعی به‌عنوان محروق وسایط نقلیه باید آن را در جایگاه سوخت‌گیری تا فشار ۲۰۰ الی ۲۲۰ بار متراکم نموده که در چنین فشاری انرژی حجمی گاز طبیعی یک چهارم بنزین بوده و در نتیجه یک وسایط نقلیه تجهیز شده به محروق گاز طبیعی فشرده با حجم گاز معادل با حجم مخزن بنزین و چهار برابر یک وسایط نقلیه بنزینی برای همان مسافت نیاز به مراجعه به جایگاه سوخت‌گیری دارد و می‌توان نتیجه گرفت که برد

عملیاتی وسایط نقلیه‌ها با محروق بنزین به مراتب بیشتر از وسایط نقلیه با محروق گاز طبیعی فشرده شده می‌باشد (امین طهماسبی و رضوی‌نسب، ۱۴۰۱).

بخش عمده ترکیب کیمیاوی CNG را گاز میتان تشکیل می‌دهد در صورتی که گاز LPG مخلوطی از پروپان بوتان و اندکی ترکیبات دیگر است CNG از متراکم کردن گاز طبیعی به دست می‌آید؛ اما LPG محصول تقطیر و پالایش نفت خام در پالایشگاه‌ها است (پاکیزه و ثابت‌جازاری، ۱۳۹۰).

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

یکی از خوبی‌های CNG این است که به راحتی قابل فشرده کردن را داشته و خیلی سریع در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌گیرد، همچنین احتیاج به هزینه حمل و نقل بالایی ندارد. همچنین مقایسه قیمت‌های متوسط گاز فشرده و بنزین در بازارهای جهانی نشان می‌دهد که قیمت جهانی بنزین پنج برابر قیمت جهانی گاز است. این موضوع به وضوح نشان دهنده ارزانی محروق گاز فشرده نسبت به محروق بنزین خواهد بود.

بالون‌های گاز فشرده از فولادهای الیازی خاص و با رعایت بالاترین سطح ایمنی ساخته می‌شوند که بسیار مستحکم‌تر و امن‌تر از پلاک‌های بنزین وسایط نقلیه‌ها هستند. به‌طور کلی این سیستم محروق رسانی سیستم پیچیده نیست و به راحتی می‌تواند سال‌ها بدون نقص کار کند؛ اما برای آن که همواره در شرایط حداکثر کارایی خود قرار داشته باشد. وزن مخصوص گاز فشرده برابر $(0/587)$ کیلوگرام فی مترمکعب است، این به آن معنی است که این گاز از هوا نیز سبک‌تر است؛ بنابراین، در صورتی که نشست کند، در اتمسفر صعود کرده محو می‌شود. درجه حرارت خود اشتعالی گاز فشرده برابر 700 درجه سانتی‌گراد است، در حالی که درجه حرارت خود اشتعالی بنزین 455 درجه سانتی‌گراد است. همچنان بالون‌های ذخیره گاز فشرده شده از فولادهای الیازی خاص و با رعایت بالاترین سطوح ایمنی ساخته می‌شوند که بسیار محکم‌تر و ایمن‌تر از بالون‌های بنزین وسایط نقلیه‌ها هستند. گاز طبیعی سوخت با احتراق بهینه، پاکیزه و دارای تکنولوژی آسان و قابل دسترس است که این امر سبب افزایش عمر انجن و کاهش تعمیرات آن می‌گردد. همچنان دارای برتری‌های ذیل نیز اند:

۱- ارزان بودن گاز فشرده نسبت به موادهای محروق دیگر؛

۲- آلوده نساختن محیط زیست؛

۳- دارا بودن عدد اکتان نسبت به سایر مواد سوخت؛

۴- پایداری عالی و خوردگی کمتر ماشین؛

۵- چرب نکردن تجهیزات؛

۶- تحت فشار نگهداری گاز در بالون؛

۷- بی خطر بودن در صورت صدمات؛

۸- افزایش عمر مفید ماشین.

بنابراین، نظریه برتری‌های فوق پیشنهاد می‌گردد؛ به‌خاطر جلوگیری از آلوده ساختن محیط و مصرف کم انرژی در انجن‌های احتراق داخلی از گاز فشرده استفاده صورت گیرد که این روند در ساحات گازدار افغانستان مفید واقع شده و باعث پیشرفت و ترقی کشور نیز می‌گردد. همچنین، استفاده از گاز CNG باعث کاهش حوادث، جلوگیری از استهلاک سریع موتورها شده فراهم‌سازی زمینه کار برای فرصت اشتغال‌زایی می‌شود.

منابع و مآخذ

پاکیزه، مجید و ثابت جازاری، صدیقه. (۱۳۹۰). مقایسه فنی اقتصادی روشهای LNG, GTL و CNG, NGH به عنوان راه‌های جدید انتقال گاز طبیعی، *اولین کنفرانس و نمایشگاه*

مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی، تهران. <https://civilica.com/doc/126560>

امین طهماسبی، حمزه و رضوی نسب، سید جمال‌الدین. (۱۴۰۱). اولویت‌بندی استراتژی‌های تأثیرگذار بر صنعت حمل‌ونقل گازسوز با روش ترکیبی تصمیم‌گیری گروهی فازی. فصلنامه

علمی جاده، ۳۰(۱۱۲)، ۱۶۷-۱۸۰. DOI: 10.22034/road.2021.265305.1930

زمانی، حسن؛ رزداری، آیت محمد و ابراهیمی، رحیم. (۱۳۹۲). بررسی فشار درون سیلندر موتور اشتعال جرقه‌ای با سوخت گاز طبیعی متراکم (CNG). *دومین همایش ملی انرژی*

های نو و پاک، همدان. <https://civilica.com/doc/277038>

ظهور، مهدی؛ صفار، سعید، و صدفی طهران، محمدحسن. (۱۳۸۶). طراحی مخازن گاز طبیعی فشرده (CNG) تمام فلزی برای خودرو. *مهندسی مکانیک مجلسی*، ۱(۲) (پیاپی ۲)، ۴۱-

۴۷. <https://sid.ir/paper/172297/fa>

صادقی‌یارندی، محسن و کریمی، علی. (۱۳۹۷). ارزیابی پیامد حریق و انفجار مخازن گاز متان در یک جایگاه توزیع گاز طبیعی فشرده. *فصلنامه ارتقای ایمنی و پیشگیری از*

مصدومیت‌ها، ۶(۴)، ۲۳۷-۲۴۶. DOI: 10.22037/meipm.v6i4.26009

کریمی، علی. (۱۳۹۸). *مدلسازی پیامد و تحلیل خطرات انفجار و آتش‌سوزی ناشی از انتشار گاز میتان در یک پالایشگاه گاز*، تهران: انتشارات دانشگاه پزشکی تهران.

بهرامی کهیش‌نژاد، مریم و همکاران. (۱۳۹۲). *بررسی ذخیره‌سازی زیر زمینی گازطبیعی در مخازن هیدروکربنی تخلیه شده. ماهنامه اکتشاف و تولیدات نفت و گاز*، ۱۰۸، .

<https://www.magiran.com/p1226569>

مشهدی، خداپرست، مهدی. عربیان، نسیم. (۱۳۹۰). مقایسه تحلیل خصوصی و اجتماعی دو گانه سوژکردن اتومبیل‌های سواری. دو فصل نامه اقتصاد. موارد مطالعه تاکسی شهری مشهد. ایران.

مهدی‌زاده، محمدحسین و سیدی، میرداد. (۱۳۹۵). تعیین حریم ایمن برای جایگاه‌های عرض گاز طبیعی فشرده (CNG) در شهرها. دومین همایش سراسری مباحث کلیدی در

مهندسی عمران، معماری و شهرسازی ایران، [/https://civilica.com/doc/568500](https://civilica.com/doc/568500)

Khan, M.I., Yasmin, T., Shakoor, A., (2015). *Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel*. Mari Petroleum Company Ltd, Islamabad, Pakistan

Griffin J, Fantin AM. (2014). *World oil outlook. Organization of the petroleum exporting countries*. Vienna, Austria: OPEC Secretariat.

Gwilliam KM. (2014). *The role of natural gas in the transportation sector*. Washington, DC: The World Bank.

بررسی تأثیر گنبد نمکی تاقچه‌خانه بر کیفیت آب دریای نمک آب ولایت تخار

محمد عارف نیرو^{۱*}، محمد فرید علی‌یاور^۲، نثار احمد بهیج^۳

۱. پوهنمل، دیپارتمنت جیولوجی و معادن، پوهنځی انجنیری، پوهنتون بدخشان، افغانستان (نویسنده مسؤول).

<https://orcid.org/0009-0009-2590-7411-arifnero537@gmail.com>

۲. پوهنوال، دیپارتمنت تفحص و اکتشاف معادن مواد مفیده جامد، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون

جوزجان، افغانستان. <https://orcid.org/0009-0001-2231-3046-faridsaifi1399@gmail.com>

۳. آمر دیپارتمنت جیولوجی محیطی، ریاست جیولوجی محیط زیست، وزارت معادن و پترولیم، افغانستان.

nesar.bahije@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۹)

چکیده

گنبد‌های نمکی به دلیل انحلال نمک‌های مختلف بر کیفیت آب‌های سطحی، زیرزمینی و کیفیت خاک مناطق پایین دست خود اثر می‌گذارند. طی این پروسه، هر ساله حجم قابل‌توجهی از املاح به آب دریا راه یافته و تحت تأثیر عوامل مختلف فرسایشی به‌ویژه آب وارد مناطق پایین شده و کیفیت آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. هدف این تحقیق، بررسی تأثیر گنبد نمکی تاقچه‌خانه بر کیفیت آب مناطق پایین دست است. برای انجام این تحقیق، به تعداد ۹ نمونه‌ای آب از دریای نمک آب، چشمه‌های طرف راست و چپ دریا و آب که از زیر گنبد نمکی بیرون می‌شود طی ۲ روز از این مناطق برداشت شدند. متغیرهای آرسنیک، مس، آهن، جست، میزان مواد جامد منحل، هدایت برقی، مکدریت، نایتريت، باکتریا، میزان اکسیژن منحل در آب و PH مورد اندازه‌گیری و بررسی قرار گرفت. همچنین، پارامترهای مورد مطالعه با معیارهای USEPA، WHO، Indian Standard مقایسه شدند. نتایج حاصله نشان‌دهنده آن است که مقدار مواد جامد منحل در آب دریایی نمک آب بالا از گنبد نمکی (TDS=136PPM) و پایین از گنبد نمکی (TDS=1943PPM)، مقدار نمکیت منحل بالا از گنبد نمکی (EC=0.18 ms/cm) و پایین از گنبد نمکی (EC=2.59 ms/cm)، مکدریت بالا از گنبد نمکی (NTU=1.14 NTU) و پایین از گنبد نمکی (NTU=70.4 NTU)، نایتريت بالا از گنبد نمکی (Nitrate=1-2 Mg/L) و پایین از گنبد نمکی (Nitrate=2-5 Mg/L)، اکسیژن منحل بالا از گنبد نمکی (O=5 Mg/L) و پایین از گنبد نمکی (O=4 Mg/L)، pH بالا و پایین از گنبد نمکی (pH=7.5)، درجه حرارت ۲۵°C، میزان آرسنیک بالا و پایین از گنبد نمکی (۰/۰۹ μg/L)، مس بالا از گنبد نمکی (Cu=0.09 Mg/L) و پایین از گنبد نمکی (Cu=1.96Mg/L)، آهن و جست بالا و پایین از گنبد نمکی (Zn-Fe=0.01 Mg/L) به دست آمد. از مقایسه نتایج به دست آمده با معیارهای پذیرفته شده جهانی چنین نتیجه می‌شود که آب دریای نمک آب بعد از عبور از ساحه معدن برای نوشیدن و آبیاری زمین‌های زراعتی مناسب نمی‌باشد.

کلمات کلیدی: تاقچه‌خانه، گنبد نمکی، مکدریت آب، مواد جامد منحل، هدایت برقی.

Investigation of the Effect of Taqchakhana Salt Dome on the Quality of Namak AB River, Takhar province

Mohammad Arif Nero^{1*}, Mohammad Farid Aliyawer², Nesar Ahmad Bahije³

1*. Senior Teaching Assistant, Department of Geology and Mines, Faculty of Engineering, Badakhshan University, Badakhshan, Afghanistan (Corresponding Author).

arifnero537@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0009-2590-7411>

2. Associate Prof, Department of Geology, Prospecting and Exploration of Mineral, Faculty of Geology and Mine, Jawzjan University, Jawzjan, Afghanistan.

faridsaifi1399@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0001-2231-3046>

3. Engineer, Department of Environmental Geology, Environmental Geology Directorate, Ministry of Mines and Petroleum, Kabul, Afghanistan. nesar.bahije@yahoo.com

(Received: 24/09/2024 - Accepted: 30/10/2024)

Abstract

Salt domes affect the quality of surface and groundwater, as well as the soil quality in the downstream areas, due to the dissolution of various salts. During this process, a significant volume of salts enters the seawater each year and, under the influence of various erosive factors, especially water, it reaches the lower areas and affects the water quality. The aim of this research is to examine the impact of the Taqchakhana salt dome on the water quality of the downstream areas. To conduct this research, 9 water samples were collected from the Namakab river, springs on the right and left sides of the river, and water emerging from beneath the salt dome over a period of 2 days from these areas. The variables of arsenic, copper, iron, zinc, measure dissolved solids, electrical conductivity, magnesium, nitrite, bacteria, dissolved oxygen, and pH were measured and examined. Additionally, the studied parameters were compared with the standards of WHO, USEPA, and Indian Standard. The results indicate that the concentration of dissolved solids in Namakab from the salt dome is higher (TDS=136PPM) and lower from the salt dome (TDS=1943PPM), the concentration of dissolved salts is higher from the salt dome (EC=0.18 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and lower from the salt dome (EC=2.59 $\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidity is higher from the salt dome (NTU=1.14 NTU) and lower from the salt dome (NTU=70.4 NTU), nitrate is higher from the salt dome (Nitrate=1-2 Mg/L) and lower from the salt dome (Nitrate=2-5 Mg/L), dissolved oxygen is higher from the salt dome (O=5 Mg/L) and lower from the salt dome (O=4 Mg/L), pH is higher and lower from the salt dome (pH=7.5), temperature is 25°C, arsenic concentration is higher and lower from the salt dome (0 $\mu\text{g}/\text{L}$), copper concentration is higher from the salt dome (Cu=0.09 Mg/L) and lower from the salt dome (Cu=1.96Mg/L), and iron and zinc concentration is higher and lower from the salt dome (Zn-Fe=0.01 Mg/L). From comparing the obtained results with globally accepted standards, it can be concluded that the water of Namakab is not suitable for drinking and irrigating agricultural lands after passing through the mining area.

Keywords: Taqchakhana, Salt Dome, Water Salinity, Dissolved Solids, Electrical Conductivity.

۱. مقدمه (Introduction)

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب یکی از اصول توسعه پایدار هر کشور است (تیموری، نظری و عارف‌خانه کلاته، ۱۳۹۳). آب‌های سطحی جاری یا دریاها از مهم‌ترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت مختلف مانند زراعت و شرب دارند (حقیقی و همکاران، ۱۳۹۵). به گونه‌ای که کمیت و کیفیت آب، یکی از پایه‌های اصلی مدیریت آب در جهت توسعه پایدار به‌شمار می‌رود. از طرفی، دریاها نیز به‌عنوان یکی از جریان‌های اصلی منابع آب، منابع اصلی و قابل دسترس، تأمین‌کننده نیازهای جوامع بشری مطرح‌اند که علاوه بر کمیت، کیفیت آب آن‌ها نیز جزء پارامترهای مهم تعیین‌کننده، محسوب می‌شوند (جانیان، جعفری و عیدی، ۱۳۹۴؛ خدا بخش، کبیر و افشارنیا، ۱۳۹۸).

در چند دهه اخیر، کیفیت آب‌های سطحی همواره یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در توسعه و مدیریت استراتژیک منابع آب کشور بوده است. دریاها به‌عنوان جریان‌های حیاتی کره زمین، مهم‌ترین نماد آب‌های سطحی محسوب شده و کیفیت آن‌ها در هر نقطه، بیانگر تأثیر عوامل متعددی مانند شرایط اقلیمی، جیولوژیکی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. جهت مدیریت کیفیت آب‌های سطحی بایستی نقاط منشای آلودگی، تغییرات و عوامل مؤثر در آن جست‌وجو گردد (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۸؛ تیموری، نظری و عارف‌خانه کلاته، ۱۳۹۳). منابع آب سطحی در افغانستان و بسیاری از کشورهای دیگر که آب و هوایی مشابه دارند، از جمله مهم‌ترین منابع آب مورد استفاده در زراعت و آشامیدن محسوب می‌شود.

موجودیت اقلیم خشک و نیمه خشک در مناطق وسیع افغانستان، کاهش تأمین طبقات آب زیرزمینی و افزایش تقاضا برای مصرف آب در موارد مختلف موجب می‌گردد که وضعیت و کیفیت منابع آب بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. اهمیت مطالعات کیفیت آب دریایی نمک آب از آن‌جا مشخص می‌شود که پر آب‌ترین دریا در ساحه خود بوده و آب آشامیدنی و آبیاری مورد نیاز دهه‌ها قریه و صدها هکتار اراضی زراعت، بسیاری از مناطق بالا دست و پایین دست را تأمین می‌کند. موجودیت گنبد نمکی، وضعیت کیفی آب دریا را در وضع موجود به مخاطره می‌اندازد. تعیین کمی و کیفی آب دریای نمک آب به‌عنوان یکی از دریا‌های مهم در جهت نوشیدن و زراعت امکان پیش‌بینی مشکلات آینده، برنامه‌ریزی و چاره‌اندیشی برای آن‌ها را فراهم می‌سازد. بسیاری از دریاها در سرچشمه خود از یک محیط کاملاً پاکیزه و عاری از آلودگی برخوردارند؛ ولی به تدریج که از سرچشمه دور می‌شوند، شرایط اکولوژیک این دریاها از حالت طبیعی خارج شده طوری که انواع آلوده‌کننده‌ها به‌دریا وارد شده و تخریب‌های بسیاری، ناشی از فعالیت‌های انسانی صورت می‌گیرد (شعبانی، ۱۳۸۸). مهم‌تر از همه استخراج

غیرقانونی از معدن نمک تاقچه‌خانه که در نزدیک دریا نمک آب قرار دارد، مقدار زیاد نمک وارد دریا شده و نیز مقدار آب از زیر گنبد نمکی خارج گردیده هم‌زمان با سنگ‌های نمک استخراج شده وارد دریا می‌شود، کیفیت آب بر مبنای شاخص‌های فیزیکی و کیمیای (درجه حرارت، مکدریت، مقدار مواد جامد منحل در آب، نمکیت، نایتريت، فلزات سنگین و PH) تعیین می‌گردد. مهم‌ترین دریای این حوضه، دریای نمک آب بوده که کیفیت آن به دلیل خارج شدن مقدار آب از زیر گنبد نمکی مطلوب نیست، به نحوی که از نظر میزان شوری، آب این دریا بسیار شور است. با این وجود کمبود منابع آب در منطقه موجب شده که آب این دریا برای کاربردهای گوناگون از جمله آب مصرفی و لسوای نمک آب و مناطق اطراف آن در نظر گرفته شود. با این وجود مسئله کمبود منابع آب و افزایش تقاضا در منطقه موجب شده است که آب این دریا برای کاربردهای مختلف از جمله آب مصرفی و لسوای نمک آب در نظر گرفته شود.

هدف از این مطالعه بررسی پارامترهای فیزیکی و کیمیای آب دریایی نمک آب و تعیین منشای آلودگی این دریا و مقایسه آن با استندردهای جهانی می‌باشد؛ بنابراین، در این راستا پرسش‌های زیر مطرح می‌شود:

- ۱) منشای آلودگی دریا نمک آب کدام است؟
- ۲) پارامترهای فیزیکی و کیمیای چه تأثیری بالای کیفیت آب دارد؟
- ۳) آب دریایی نمک آب و چشمه‌های اطراف آن می‌تواند برای زراعت و شرب استفاده گردد یا خیر؟

تحقیق در مورد تأثیر گنبدهای نمکی، بالای منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و خاک مناطق پایین دست و اطراف به وسیلهٔ جیولوجستان داخلی و خارجی انجام شده است و موضوع این مطالعات بیشتر در مورد منشأ گنبدهای نمکی، نحوهٔ ظهور آن‌ها در سطح زمین، ترکیبات و قدمت آن‌ها و همچنان نقش این گنبدها در ایجاد تله‌های نفتی و ارتباط آن‌ها با منابع نفت و گاز و دیگر معادن، تأثیر آن‌ها در زمین‌های اطراف گنبد نمکی و غیره می‌باشد. تروذگیل و همکاران (۲۰۱۶) اثر پدیده‌های جیولوجیکی بر توسعه موب و دی‌پایریز نمکی را در شمال غرب استرالیا بررسی نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که گسترش موج مانند حرکات تکتونیک دوره نیوجن بر توسعه موری گنبدهای نمکی اثر داشته و توسعه این اشکال موب مانند با جهت توسعه شکستگی‌ها یکسان بوده است. رامشت و همکاران (۲۰۰۷) کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت داراب در استان فارس را به تهیه نقشه‌های درون‌یابی، تجزیه کیمیای (کلسیم، مگنیزیم، سودیم، غلظت تمام محلول‌ها، سختی، کلرید، سولفات و

هایدروجن کاربنات) و ترتیب هشت نقشه و تلفیق آن‌ها برای به دست آوردن نقشه کیفیت آب‌های زیرزمینی را با استفاده از ابزار GIS بررسی کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که گنبدهای نمکی به شدت در کیفیت آب‌های زیرزمینی اثر داشته و گنبد نمک کرسیا شاخص‌ترین عامل در پایین آمدن کیفیت آب‌های زیرزمینی است. باقرنژاد و همکاران (۲۰۱۴)، اثر گنبدهای نمکی بر منابع خاک جنوب سمنان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این گنبدهای نمکی، بیشترین اراضی شور و نمک‌زار می‌باشند که مؤید تأثیر منفی گنبدهای نمکی در این مناطق است. پارامترهای متعدد قابل اندازه‌گیری برای بررسی کیفیت آب دریاها وجود دارد، سینگ و همکارانش (۲۰۰۵) از روش‌های آماری چند متغیره برای ارزیابی کیفیت آب دریا گمتی در هند استفاده کردند. همچنان شرستا و کازاما (۲۰۰۷) نیز از همین روش‌ها برای ارزیابی کیفیت آب سطحی در حوضه دریا فوجی در جاچان استفاده نمودند. اوپانگ (۲۰۰۵) نیز در مطالعه خود جهت بررسی کیفیت آب دریا جونز فلوریدا در ۲۲ موقعیت مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در کیفیت آب‌های سطحی را با تکنیک‌های تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی تعیین و روش‌های مذکور را بسیار مناسب توصیف نموده است. با وجود اهمیت بررسی پارامترهای فیزیکی و کیمیایی و فلزات سنگین مطالعات در مورد میزان و توزیع این عناصر و شاخص‌های کمی و کیفی در آب دریاهاى مختلف کشور صورت نگرفته است؛ ولیکن، می‌توان به تحقیقات در مورد کیفیت آب‌های زیرزمینی که صورت گرفته اشاره داشت.

از جمله مطالعات انجام شده در زمینه هایدروجیولوژی حوضه دریایی کابل می‌توان به کارهای هوبین و همکاران (۲۰۰۹). ماهاکى و همکاران (۲۰۱۸)، به‌منظور بررسی خصوصیات هایدروجیوکیمیای و کیفیت آب‌های زیر زمینی شهر مزار شریف پرداختند. جوادی و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه تحت عنوان ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی و استفاده پایدار از آن در حوضه دریایی کابل و همچنین در تحقیق دیگری شنیزی و اقبال (۲۰۲۱) به تعیین پارامترهای فیزیکی و کیمیایی آب‌های زیر زمینی حوضه کابل و مهم‌ترین عامل آلودگی این پارامترها را تشخیص دادند، اشاره نمود. لازم به ذکر است که مطالعه‌ای به تعیین پارامترهای کمی و کیفی آب‌های سطحی افغانستان و خصوصاً تعیین منشأ آلودگی آن انجام نگرفته است.

۲. مواد و روش (Material and Method)

این تحقیق به لحاظ هدف از نوع کاربردی و به لحاظ روش جمع‌آوری مدارک و اطلاعات از نوع کتابخانه‌ای، ساحوی و لابراتواری است. به‌منظور بررسی دقیق‌تر پارامترهای فیزیکی و کیمیایی دو نوع نمونه‌گیری توسط مؤلفان این مقاله صورت گرفت. نمونه‌گیری اول بالا از گنبد نمکی از آب دریای نمک آب اخذ و نمونه‌گیری دوم که شامل ساحاتی است که پایین از گنبد نمکی

قرار داشت؛ مانند: کانال‌های زراعتی، چشمه‌های طرف چپ دریا و همچنان شامل آب که از زیر گنبد نمکی بیرون شده و وارد آب دریای نمک آب می‌گردد، اخذ شد. آزمایش آب در این تحقیق شامل سه مرحله می‌باشد: جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و تفسیر نمونه‌ها. نمونه‌برداری در این مقاله از دریای نمک آب در سال ۱۴۰۲ صورت گرفته، به کمک ریاست لابراتواری‌های وزارت معادن، پترولیم تحلیل و تجزیه گردیده است.

برای تعیین پارامترهای فیزیکی، کیمیاوی و غلظت فلزات سنگین در آب با استفاده از دستگاه‌های Photo Meter، Turbidity Meter، HI9813-5، Hydro Test HT1000، ORP Meter، pH meter، Arsenic test Kit صورت گرفت. غلظت تمام عناصر سنگین با استفاده از دستگاه XRF اندازه‌گیری گردید.

۱.۲. مشخصات جیولوجیکی و موقعیت جغرافیایی ساحه مورد مطالعه

ساحه مورد مطالعه در ۲۴ کیلومتری جنوب شرق شهر تالقان و به لحاظ جغرافیایی در طول‌البد جغرافیایی $69^{\circ}38'46''$ تا $69^{\circ}46'46''$ شرقی و عرض‌البد جغرافیایی $36^{\circ}35'24''$ تا $36^{\circ}47'24''$ شمالی قرار دارد. همچنین، از لحاظ موقعیت تکتونیکی مربوط به زون تکتونیک هندوکش می‌گردد. ساحه مورد مطالعه ریلیف نیمه کوهستانی داشته و از نظر ارتفاع بسیار بلند نبوده، توسط دره‌ها و سیل برها منشعب گردیده و به امتداد سمت غرب، ارتفاع آن کاسته می‌شود.

در ساختمان جیولوجیکی ساحه نمک آب، احجار از جوراسیک وسطی تا دوره چهارمی حصه گرفته و کامپلکس احجار انتروزیفی در این ساحه وجود ندارد (فیروز، ۱۳۵۷؛ Abdullah et al, 1977). ضخامت ترسبات دوره جوراسیک وسطی (J_2) در نمک آب بین ۷۰۰ تا ۸۵۰ متر می‌رسد که از سنگ‌های ریگی و کانگلو میرات‌ها تشکیل گردیده و دارای مقدار زیاد گل‌های متکاثف و الیورلیت‌ها می‌باشد (فیروز، ۱۳۵۷). ترسبات قسمت فوقانی جوراسیک (J_3) در منطقه چال - نمک آب دقیق مطالعه گردیده‌اند که عبارت از ترسبات تریجینی، شیموجینی سواحل ابحار و لاگونی بوده و برای منشای بحری کم‌تر تیپیک می‌باشند (فیروز، ۱۳۵۷؛ Abdullah et al, 1977). ترسبات یاروس کیلوی (J_{3cl}) در منطقه مورد نظر گسترش وسیع دارند، تمام طبقه‌های ترسبات عمر کیلوی به اساس علایم لیتولوجیکی به چهار دسته تقسیم می‌گردد، در منطقه چال و نمک آب ترسبات یاروس کیلوی در ساحه وسیع به اساس طبقات ضخیم تهداب کانگلو میرات‌ها که بالای طبقات تحتانی جوراسیک وسطی و تریاسیک فوقانی با سرحد واضح شست‌وشو شده قرار داشته، طور دقیق تثبیت گردیده است. ضخامت ترسبات

کیلوی در بعضی قسمت‌ها به ۱۰۰۰ متر می‌رسد (فیروز، ۱۳۵۷؛ Abdullah et al, 1977). ترسبات یاروس اکسفورد (J_{30}) از لحاظ فاسیالی از سنگ‌های چونه، سنگ‌های ریگی، گل‌های الیوریتی و مقدار کم گچ ترکیب یافته است. ترسبات کمیریج-تیتون ($J_{3t} - J_{3km}$) در این‌جا عبارت از طبقات گچ بوده با الیوریت‌های سرخ رنگ، سبزرنگ و گل‌ها می‌باشد. ضخامت مجموعی آن بیشتر از ۴۰۰ متر است (فیروز، ۱۳۵۷؛ Abdullah et al, 1977). ترسبات چهارمی تحتانی و وسطی (Q_{III}) در حدود ساحه متذکره مشاهده نگردیده است. شکل ۱ نقاط نمونه‌گیری و محدوده‌ای مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



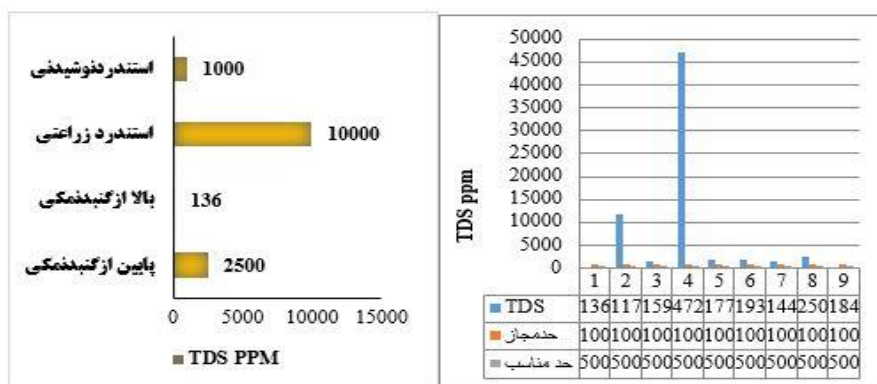
شکل ۱. عکس هوایی نقاط نمونه‌برداری شده

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

نتایج بررسی فکتورهای فیزیکی، کیمیاوی، مختصات جغرافیایی و پارامترهای اندازه‌گیری شده در دریای نمک آب در جدول (۱) در بخش ضمایم درج شده است.

۱.۳. مواد جامد منحل در آب (TDS)

(Total Dissolved Solids) TDS تمام مواد جامد منحل در آب را نشان می‌دهد. مواد جامد منحل در آب ممکن که مواد معدنی یا غیرمعدنی باشند. TDS می‌تواند دارای ترکیب کیمیای جامد، مایع و گاز باشد که شامل فلزاتی؛ مانند: سرب، آهن، منگان، مس، کاربن، کروم و غیره است. هر قدر TDS آب بیشتر باشد، باعث می‌گردد که آب بو، طعم و رنگ نامطلوب‌تری به خود بگیرد؛ اما به این معنا نیست که آب باید خالی از مواد کیمیای باشد. اگر TDS آب از ۵۰ PPM کمتر شود، کمی تلخ و حتی تیزابی می‌شود. اگر TDS آب پایین و خالص باشد، انحلال‌پذیری آن بسیار بالا می‌رود. مواد جامد منحل در آب دریای نمک آب، توسط دستگاه (HI9813-5) تعیین گردید. نتایج نمونه‌ها که در شکل ۲ نمایش داده شده است، به‌جز از نمونه‌های ۱ و ۹ که برای نوشیدن مناسب بوده و نمونه‌های دیگر، به منظور داشتن بیش از حد مجاز مقدار مواد جامد منحل برای نوشیدن مناسب نمی‌باشد.



شکل ۲. نشان دهنده مقدار مواد جامد منحل در ترکیب آب و مقایسه آن با استانداردهای بین‌المللی براساس WHO، USEPA، Indian Standard و WHO (WHO, 2008; USEPA; 2018; Mahaqi et al., 2018).

جدول ۱. نتایج بررسی فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و غلظت عناصر سنگین در آب دریای نمک آب.

Samples	Location	Cordiant	°C		pH	TDS	EC	NTU	ORP	Bacteria	Nitrate	Ar	O ₂	Fe	Cu	Zn
			°C	°C												
			ppm	Mg/Cm				NTU	Mv	E-coli	Mg/L	µg/L	Mg/L	Mg/L	Mg/L	Mg/L
S-1	آب دریا بالا از معدن	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25.5	7.2	136	0.18	1.14	450	0	1-2	0	0	5	<0.01	0.09	<0.01
S-2	چشمه تیر گنبد نمکی	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25.6	7.5	11700	8.16	728	445	0	5-10	0	0	4	<0.01	3.34	<0.01
S-3	آب دریا وسط معدن نمک	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25.1	7.9	1590	2.16	89.6	447	0	5-10	0	0	4	<0.01	0.07	<0.01
S-4	آب که از تیر گنبد نمکی بیرون می‌شود	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25	7.3	47200	10.93	492	444	0	2-5	0	0	4	<0.01	2.2	<0.01
S-5	آب چشمه طرف چپ دریا	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25.4	7.4	1770	2.38	1.07	465	0	2-5	0	0	5	<0.01	1.2	<0.01
S-6	آب دریا پایین از معدن	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25	7.8	1943	2.59	70.4	454	0	2-5	0	0	4	<0.01	1.96	<0.01
S-7	آب دریا در ساحه بازار ولسوالی	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25.4	7.8	1440	2.2	52.4	449	0	2-5	0	0	5	<0.01	1.5	<0.01
S-8	آب کنال زمین‌های زراعتی	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25.6	7.6	2500	3.9	66	450	0	2-5	0	0	5	<0.01	2.3	<0.01
S-9	آب چشمه سرکان	N=36° 34' 52" E=69° 39' 18"	25.3	8.2	184	0.25	0.48	451	0	0-1	0	0	6	<0.01	3.26	<0.01

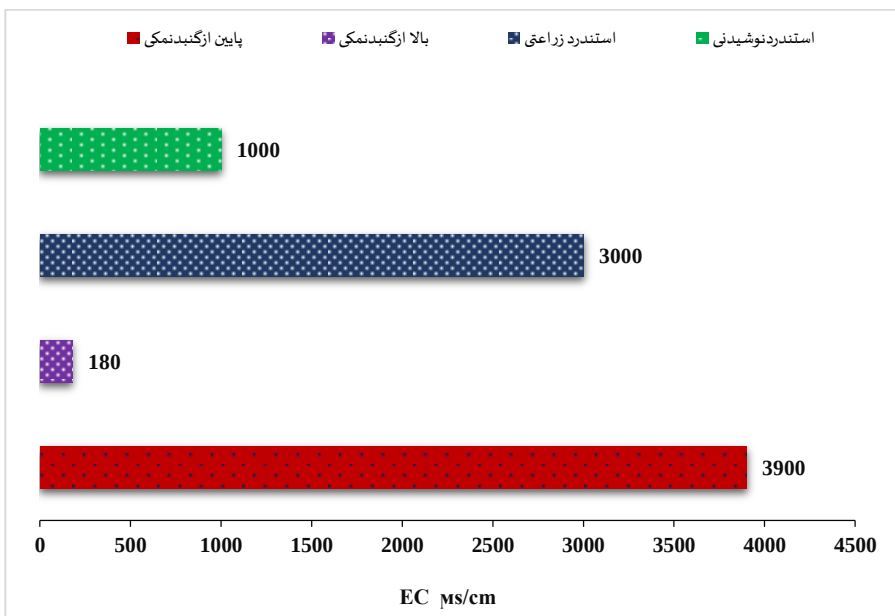
۲.۳. هدایت برقی (Electrical Conductivity)

هدایت برقی نشان‌دهنده میزان هدایت برقی موجود، در آب‌های دریا و میزان شوری محلول غذایی در سیستم هایدروپونیک می‌باشد. بلندترین سطح مناسب آب برای نوشیدنی 200 MS/cm و بلندترین سطح مجاز 1000 MS/cm می‌باشد. هر چند میزان حساسیت نباتات مختلف به شوری متفاوت می‌باشد، به تدریج بر رشد و کیفیت گیاهان اثر منفی خواهند گذاشت. هدایت برقی در دریای نمک آب توسط دستگاه (Photo Meter) تعیین گردید که نتایج نمونه‌های اخذ شده بعد از آزمایش لابراتواری نشان می‌دهد که به جز از نمونه‌های ۱ و ۹ دیگر نمونه‌ها به نسبت داشتن انحلالیت نمک بلند از حد مجاز برای نوشیدن و زراعت مناسب نمی‌باشد.

جدول ۲. نشان دهنده مقدار نمکیت منحل در ترکیب آب ساحة مورد تحقیق و مقایسه آن با استانداردهای بین‌المللی براساس WHO، USEPA، Indian Standard (Mahaqi et al., 2018; USEPA; 2018; WHO, 2008).

هدایت برقی آب دریای نمک آب		استندرد نوشیدنی MS/cm		استندرد زراعتی MS/cm	
sample	EC ms/cm	200 MS/cm	بلندترین سطح مناسب آب برای نوشیدنی	<250	خیلی خوب
S1	180			250-750	خوب
S2	8160			750-2000	قابل قبول
S3	2160			2000-3000	مشکوک
S4	10930	1000 MS/cm	بلند ترین سطح مجاز	>3000	نامناسب
S5	2380				
S6	2590				
S7	2900				
S8	3900				
S9	250				

شکل ساده شده جدول فوق جهت درک بیشتر در شکل (۳) نمایش داده است.



شکل ۳. نشان دهنده‌ی هدایت برقی آب ساحه‌ی مورد تحقیق و مقایسه‌ی آن با استندردهای بین‌المللی براساس WHO، USEPA، Indian Standard (Mahaqi et al., 2018) و WHO (USEPA, 2018; WHO, 2008).

آب دریای نمک آب بالا از ساحه‌ی گنبد نمکی، دارای هدایت برقی 180 MS/cm بوده و با عبور از ساحه‌ی معدن، دارای هدایت 3900 MS/cm می‌باشد. آب مذکور، در پایین معدن از حد مجاز برای آشامیدنی و زراعتی خارج می‌شود.

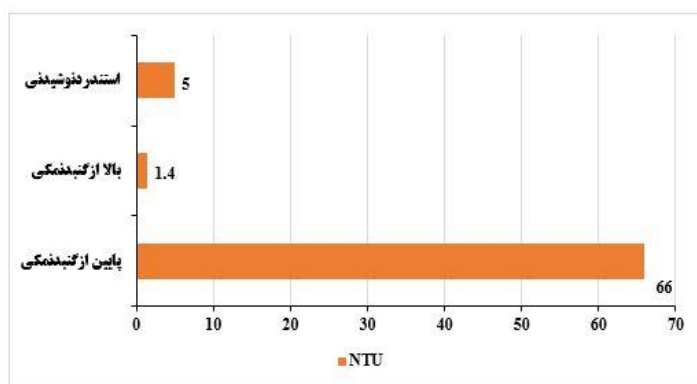
۳.۳. مکدریت آب دریا نمک آب (Turbidity)

مکدریت (Turbidity)، توسط دستگاه (Turbidity Meter) مورد آزمایش قرار گرفت، شاخصی است که نشان دهنده‌ی میزان از دست دادن شفافیت آب به واسطه وجود ذرات معلق در آن است. هرچند میزان ذرات جامد معلق در آب بیشتر باشد، آب مکدر شده و میزان مکدریت آن بالاتر به حساب می‌آید. نوشیدن آب با مکدریت بالا، موجب ایجاد مشکلات برای انسان‌ها می‌گردد. ضمناً ویروس و باکتری‌های موجود در آب مکدر، به ذرات معلق چسبیده و اثر بخشی مواد ضد عفونی کننده مانند کلورین و یا اشعه‌ی ماورای بنفش را نیز حتی کاهش می‌دهد. متداول‌ترین واحد اندازه‌گیری مکدریت آب، NTU که مخفف Nephelometric Turbidity Unit است، حداکثر حد مجاز برای میزان مکدریت آب آشامیدنی 5 NTU و در شرایط نورمال کمتر از 1 NTU است.

جدول ۳. نشان دهنده‌ی مکدریت آب دریایی نمک آب و مقایسه‌ی آن با آب نوشیدنی و زراعت.

مقدار مکدریت آب ساحه‌ی مورد تحقیق									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S ₈	S9
Turbidity(NTU)	1.14	728	89.6	492	1.07	70.4	52.4	66	0.48
Standard	برای نوشیدن درحالت نورمال تا 1 NTU و حد مجاز 5 NTU می‌باشد.								

نتایج نمونه‌های اخذ شده بعد از انجام دادن تجزیه لابراتواری نشان می‌دهد که به جز از نمونه‌های ۱، ۵ و ۹ دیگر نمونه‌ها به نسبت داشتن مکدریت بلند از حد مجاز برای نوشیدن مناسب نمی‌باشد.



شکل ۴. نشان دهنده‌ی مکدریت آب ساحه‌ی مورد تحقیق و مقایسه‌ی آن با استانداردهای بین‌المللی براساس (WHO, 2008; USEPA; 2018; Mahaqi et al., 2018) Indian Standard و USEPA، WHO.

مکدریت آب دریا براساس تجزیه آن توسط دستگاه Turbidity Meter بالا از گنبد نمک 1.4 NTU و پایین از گنبد نمک 66 NTU تعیین گردید که با مقایسه با استانداردهای جهانی چنین نتیجه گرفته می‌شود که عبور آب از ساحه معدن قابل نوشیدن نمی‌باشد.

۴.۳. PH آب دریا و چشمه‌های هم‌جوار

نتایج نمونه‌های اخذ شده از ساحه‌ی مورد مطالعه در جدول ذیل درج گردیده که دارای کیفیت خوب بوده و PH آن بین ۷.۲ تا ۸.۲ قرار دارد.

جدول ۴. نشان دهنده‌ی مقدار PH و مقایسه آب با استانداردهای جهانی آب شرب و زراعت (WHO, 2008).

اندازه pH در آب دریایی نمک آب و چشمه‌های اطراف آن									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
pH	7.2	7.5	7.9	7.3	7.4	7.8	7.8	7.6	8.2
Standard	استندرد 6.5 الی 8.5								

اوسط میزان درجه حرارت در تمام ۹ نمونه 25°C بوده است. در مطالعه حاضر میزان PH (۷.۲-۸.۲) در تمام نمونه‌ها نوسانات چندانی نداشت و تقریباً یکنواخت بود. مقدار PH در موقعیت‌های نمونه‌برداری از نظر استانداردهای بین‌المللی WHO و USEPA در حد مطلوب بود و برای زراعت و شرب در حد مجاز قرار دارد.

۵.۳. مقدار نایتريت آب دریای نمک آب

نایتريت منحل در آب، بدون طعم، مزه و بو بوده و تنها می‌توان از طریق یک آزمایش کیمیاوی، شناسایی شود. غلظت نایتريت معمولاً در آب‌های زیرزمینی و سطحی کم بوده؛ اما می‌تواند در نتیجه جاری شدن آب از روی زمین‌های زراعتی غلظت آن بلند برود، به اساس نتایج بدست آمده نمونه جمع‌آوری شده از نقاط تحت ارزیابی ساحه‌ی مورد مطالعه چنین وانمود می‌شود که در ساحات تحت مطالعه قابل ملاحظه نبوده و بلندترین ارقام نایتريت در نمونه‌های نمبر ۲ و ۳ بوده که بین ۵-۱۰ میلی گرام فی لیتر می‌باشد؛ در حالی که حد مجاز نایتريت نظر به ارقام نورم استندرد (انسا) میلی گرام فی لیتر تعیین گردیده است. غلظت بلند نایتريت در آب‌های آشامیدنی یک نگرانی محیط‌زیستی است؛ زیرا می‌تواند به نوزادان زیر سن شش ماه با کاهش انتقال اکسیجن در خون آسیب برساند؛ حتی منجر به مرگ می‌شود، علایم دیگر آن نفس تنگی و احتمال مبتلا به سرطان را افزایش می‌دهد.

جدول ۵. نشان دهنده‌ی مقدار نایتريت در ترکیب آب ساحه‌ی مورد تحقیق (WHO, 2008; USEPA; 2018;) (Mahaqi et al, 2018).

مقدار نایتريت در ترکیب آب دریایی نمک آب									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Nitrate) (Mg/L	1-2	5-10	5-10	2-5	2-5	2-5	2-5	2-5	0-1
Standard	50 mg/L								

نتایج تجزیه لابراتواری نمونه‌های اخذ شده، نشان دهنده‌ی این بوده که مقدار نایتريت در حد مجاز است.

نتایج نمونه‌های اخذ شده بعد از تجزیه نمودن لابراتوری نشان دهنده‌ی کیفیت خوب آب از نظر ORP در ساحه‌ی مورد تحقیق می‌باشد، نتیجه تمام نمونه‌ها از حد مجاز پایین و مناسب می‌باشد.

کمیت ORP در نمونه های آب دریای نمک آب و مقایسه‌یی آن با استانداردهای جهانی									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
ORP(MV)	450	445	447	444	465	454	449	450	451
Standard	حد مجاز برای نوشیدن 650 میلی‌ولت می‌باشد								

آرسنیک یک عنصر شبه فلز بوده به اندازه کم در طبیعت یافت می‌شود که توسط دستگاه (Arsenic test Kit) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. موجودیت مقدار کم آرسنیک در آب‌های آشامیدنی که در شبکه‌های آب‌رسانی (آب‌های سطحی و زیرزمینی) وجود دارد که باعث مشکلات و امراض می‌گردد. آرسنیک ممکن به وسیله شست‌وشو احجار و سنگ‌های معدنی وارد جریانات آب‌های سطحی و زیرزمینی گردد. عنصر آرسنیک برای صحت مضر بوده و باعث ضخیم شدن و بی‌رنگی جلد، کرختی اعضای بدن، مشکلات هضمی و اسهال می‌گردد. تمام نمونه‌های که از ساحه‌ی معدن نمک تاقچه‌خانه از آب دریا تهیه گردید، توسط دستگاه آرسنیک متر تجزیه گردیده و مقدار آرسنیک در تمام نمونه‌ها صفر می‌باشد.

باید یادآوری شود که دستگاه مذکور در صورتی که مقدار آرسنیک کمتر از $0.01\mu\text{g/L}$ باشد نشان نمی‌دهد و در اسکرین نوشته می‌شود، کمتر از حد مجاز است.

مقدار آرسنیک در ترکیب آب سازهی مورد تحقیق									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Arsenic	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Standard($\mu\text{g/l}$)	0.1 $\mu\text{g/l}$ برای نوشیدنی کمتر از								

نتایج نمونه‌های اخذ شده بعد از انجام آزمایش‌های لابراتواری؛ نشان دهنده‌ی عدم موجودیت آرسنیک در آب ساحه‌ی مورد تحقیق می‌باشد که برای نوشیدن از نظر نبود؛ بلکه موجودیت آرسنیک مناسب می‌باشد.

۸.۳. مقدار اکسیجن منحل در آب دریای نمک آب

اکسیجن گازی است بی‌رنگ، بی‌بوی و بدون طعم که عنصر حیاتی برای بقا بشر تلقی می‌شود، نقش مهمی در ادامه حیات و صحت سلامتی بشر ایفا می‌کند. اکسیجن یکی از عناصر مهم کیمیاوی و حیاتی به حساب می‌آید و تمام موجودات زنده از اکسیجن منحل در آب استفاده می‌نماید.

ارزیابی آب‌های ساحات مورد مطالعه به اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق ساحه‌ی مربوطه نشان می‌دهد که از لحاظ کیفیت اکسیجن منحل در آب خوب می‌باشد. با در نظر داشت آن مقدار اکسیجن منحل در آب این ساحه‌ی از (۴ تا ۶) میلی‌گرم فی لیتر در تغییر بوده و نشان دهنده‌ی مقدار مناسب اکسیجن منحل در آب ساحه‌ی متذکره می‌باشد.

جدول ۸. نشان دهنده‌ی مقدار اکسیجن منحل در آب دریا نمک آب (WHO, 2008; USEPA; 2018; Mahaqi et al., 2018).

نتایج مقدار اکسیجن منحل در آب ساحه‌ی مورد تحقیق									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
O ₂ (mg/L)	5	4	4	4	5	4	5	5	6
Standard	استندرد اکسیجن منحل در آب بیشتر از 2 میلی‌گرم در لیتر								

نتایج نمونه‌های اخذ شده که بعد از انجام آزمایش‌های لابراتواری به‌دست آمده نشان دهنده‌ی حد مناسب اکسیجن منحل در آب ساحه‌ی مورد تحقیق می‌باشد.

۹.۳. مقدار باکتریای موجود در آب دریای نمک آب

باکتریایها موجودات کوچک ذره‌بینی بوده و از جمله میکروارگانیسم‌های به‌حساب می‌رود که توسط میکروسکوب قابل تشخیص می‌باشد. مجموع باکتریای کولی فارم عبارت از مجموعه میکروارگانیسم‌های نسبتاً بی‌ضرر بوده که به‌تعداد زیاد در سیستم هضمی و امعای انسان‌ها، حیوانات خون گرم و خون سرد زندگی می‌نمایند، این میکروارگانیسم‌ها در هضم غذا کمک

نموده و ممکن در مواد غایطه‌ی انسان‌ها و حیوانات موجود می‌باشند. باکتری که تنها در مواد غایطه موجود می‌باشند، مهم‌ترین اعضای این گروپ به نام ای کوای (E.coli) یاد می‌گردد. این میکروب بیشتر از طریق استفاده آب‌های ملوث به انسان‌ها سرایت می‌کند، آب‌های زیرزمینی ساحه‌ی مورد تحقیق نسبت نبود، امکانات کافی از این امر استثنأ بوده تنها از دو چشمه هم‌جوار معدن نمونه گرفته شد، بعد از تجزیه آن معلوم شد که ملوث به باکتری نبوده و قابل استفاده می‌باشد.

جدول ۹. نشان دهنده‌ی عدم موجودیت باکتری در دریایی نمک آب (WHO, 2008; USEPA; 2018; Mahaqi et al, 2018).

نتایج مقدار موجودیت باکتری در آب‌های ساحه‌ی مورد تحقیق									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Bactria(E-Coli)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Standard	کوچک‌تراز یک Bactria < 1(E-Coli)								

نتایج نمونه‌های اخذ شده بعد از انجام آزمایش‌های لابراتواری نشان دهنده‌ی عدم موجودیت باکتری در آب ساحه‌ی مورد تحقیق می‌باشد که این مسئله بیانگر این است که برای نوشیدن از نظر نبود آلودگی به باکتری مناسب می‌باشد.

۱۰.۳. مقدار آهن در ترکیب آب دریای نمک آب

مرکبات آهن در احجار و آن‌های که به آسانی به واسطه آب شست‌وشو می‌گردند، مخصوصاً آب با PH پایین بسیار معمولی می‌باشد. غلظت آهن با افزایش 0.3Mg/L سبب زنگ زدن ماشین‌های رخت‌شویی و ظروف گردیده، این اکثراً برای پروسس نمودن غذا، نوشابه‌ها، تولید نمودن یخ و بسیاری پروسه‌های دیگر قابل اعتراض می‌باشد. این ممکن است سبب مزه فلزی شود.

جدول ۱۰. نشان دهنده‌ی مقدار آهن در ترکیب آب دریایی نمک آب و مقایسه‌ی آن بر اساسی استانداردهای جهانی (WHO, 2008).

مقدار آهن در ترکیب آب ساحه‌ی مورد تحقیق									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
(Fe) Mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Standard	استندرد مقدار آهن در آب آشامیدنی 0.3 mg/L								

نتایج فوق نشان دهنده‌ی حد مجاز آهن در دریای نمک آب است.

۱۱.۳. مقدار مس در ترکیب آب دریای نمک آب

مس جز اساسی مواد غذایی انسان‌ها بوده؛ اما غلظت آن بیشتر از 2Mg/L در آب برای صحت انسان‌ها مضر می‌باشد. مقدار کم مس در آب برای میتابولیزم انسان‌ها مفید است و فقدان آن باعث کم‌خونی اطفال می‌گردد؛ زیرا این عنصر در تشکیل هیموگلوبین خون به‌حیث کتلتست عمل می‌نماید. مس به مقدار کم آن در آب سمی نبوده، استفاده از آن به مقدار زیاد سبب مرض کبد می‌گردد.

جدول ۱۱. نشان دهنده‌ی مقدار مس در ترکیب آب ساحه‌ی مورد مطالعه (WHO, 2008; USEPA, 2018).

مقدار مس در ترکیب آب ساحه‌ی مورد تحقیق									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
(Cu) Mg/L	0.09	3.34	0.07	2.2	1.2	1.96	1.5	2.3	3.26
Standard	حد مجاز مس در ترکیب آب آشامیدنی ۲ میلی گرام بر لیتر می‌باشد.								

نتایج نشان می‌دهد که نمونه‌های شماره ۸ و شماره ۹ دارای مقدار مس از حد مجاز بالا بوده و دیگر نمونه‌های آب پایین‌تر و مناسب می‌باشد.

۱۲.۳. مقدار جست در ترکیب آب دریای نمک آب

جست به مقدار کم در آب‌های سطحی و زیرزمینی آلوده نه شده یافت می‌گردد. مقدار مجاز جست در آب آشامیدنی مساوی 3Mg/L می‌باشد. نمونه‌های اخذ شده از آب دریای نمک آب و چشمه‌های هم‌جوار معدن نمک تاقچه‌خانه، در دیپارتنمت هایدروژیولوجی ریاست جیولوجی

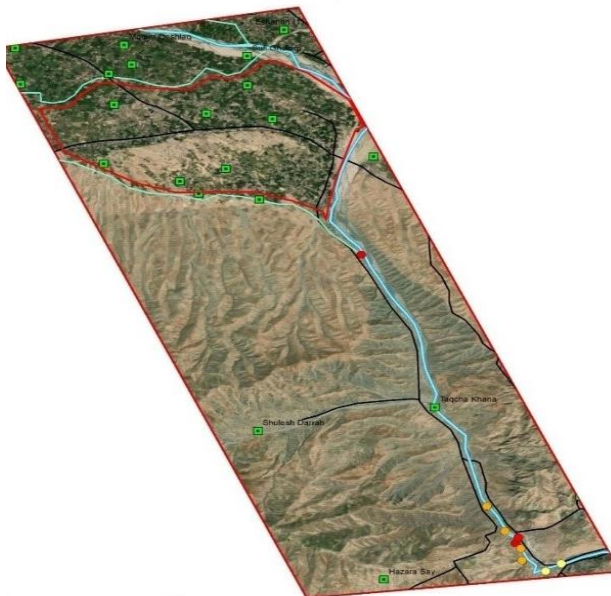
محیط‌زیستی وزرات معادن و پترولیوم، تجزیه گردید و نتایج به‌دست آمده در جدول ذیل درج گردیده است.

جدول ۱۲. مقدار جست در ترکیب آب دریایی نمک آب و مقایسه‌ی آن با آب‌های آشامیدنی (WHO, 2008; USEPA, 2018).

مقدار جست در ترکیب آب ساحه‌ی مورد تحقیق									
Sample	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
(Zn) Mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Standard	حد مجاز جست در ترکیب آب آشامیدنی 3 میلی گرام بر لیتر می‌باشد.								

نتایج آزمایش‌های لابراتواری بیانگر این است که جست از حد مجاز پایین است.

قابل تذکر است؛ که تأثیرات محیط‌زیستی معدن نمک تاقچه‌خانه بالای ساحه‌ی شهر تالقان در شکل ۵ نمایش داده شده بیانگر این است؛ نقاطی که دارای رنگ سرخ است، شوری آب را بلندتر از حد مجاز برای زمین‌های زراعتی، رنگ نارنجی حالت مشکوک و رنگ زرد حالت مناسب را نشان می‌دهد.



شکل ۵. نقشه آلودگی آب دریای نمک آب

نقشه فوق نشان دهنده‌ی آلودگی آب دریای نمک آب توسط معدن نمک تاقچه‌خانه؛ اقتباس از نقشه جیولوجیکی افغانستان با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ ترتیب داده شده است (Abdullah et al, 1977).

۴. مناقشه (Discussion)

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور است. آب‌های سطحی جاری یا دریاها از مهم‌ترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت مختلف مانند زراعت و آشامیدنی دارند. به گونه‌یی که کمیت و کیفیت آب، یکی از پایه‌های اصلی مدیریت آب در جهت توسعه پایدار به‌شمار می‌روند. از طرفی دریاها نیز به‌عنوان یکی از شریان‌های اصلی منابع آب، منابع اصلی و قابل دسترس تأمین‌کننده نیازهای جوامع بشری مطرح هستند که علاوه بر کمیت، کیفیت آب آن‌ها نیز جزء پارامترهای مهم تعیین‌کننده محسوب می‌شوند. نتایج این بررسی نشان داد که بر اثر ورود آب از زیر گنبد نمکی به دریایی نمک آب برخی از پارامترهای مورد مطالعه مانند (TDS، EC و NTU) بیش از حد مجاز استندارد است؛ بنابراین، آب دریای نمک آب نه‌تنها برای نوشیدن؛ بلکه برای آبیاری زمین‌های زراعتی نیز مناسب نمی‌باشد. این مسئله نشان‌دهنده‌ی بار آلودگی زیاد دریا است. این آلودگی عمدتاً در مناطق پایین از گنبد نمکی مشاهده شد. تفاوت معنی‌دار بین میزان پارامترهای مورد بررسی در موقعیت‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که آلودگی ناشی از موجودیت گنبد نمک و مقدار آب که از زیر گنبد خارج و وارد دریا می‌گردد انتشار یافته است. هم‌چنین براساسی مقدار توصیه شده حداقل و حداکثر مجاز فلزات سنگین (آرسنیک، آهن، مس و جست)، نایتريت، باکتری، مقدار اکسیجن منحل در آب، ORP و PH در مطابقت با استانداردهای جهانی بوده و جهت آشامیدن و زراعت مطلوب و مناسب می‌باشد.

این تحقیق نیز با تحقیقات که محققان در باره تأثیر گنبد نمکی بالای کیفیت منابع آب و خاک انجام داده‌اند مقایسه گردیده و از جمله با تحقیقی که توسط کاظم نصرتی و همکاران در سال ۱۳۹۵ تحت عنوان "بررسی تأثیر گنبد نمکی کرسیا بر کیفیت خاک اراضی پایین دست؛ دشت داراب با بهره‌گیری از روش‌های آماری چند متغیره" صورت گرفته نشان دهنده‌ی آن است که تمام متغیرهای موجود به جز پوتاشیم، مگنیزیم و PH خاک دارای اختلاف معنی‌دار هستند. مقادیر سودیم، هدایت برقی و PH در قله گنبد زیاد و به سمت اطراف از شدت آن کم می‌شود. ادعان می‌نمایند که گنبد نمکی تمام متغیرهای کیمیاوی و فیزیکی موجود در منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. در نتیجه‌گیری نهایی شان توضیح می‌دهند که گنبد نمکی نه‌تنها

کیفیت خاک‌های سطحی را کاهش داده؛ بلکه وضعیت هایدرولوجی منطقه را هم تحت تأثیر قرار داده و باعث افت کیفیت آب‌های زیرزمینی نیز می‌شود. این تحقیق با تحقیق انجام شده از لحاظ محتوا و عنوان کاملاً متفاوت بوده و در مغایرت قرار دارند. دهقان (۲۰۰۴) با بررسی نقش گنبد نمکی دشتی بوشهر، تأثیر مستقیم آن بر کیفیت آب و خاک را مورد بررسی قرار داده است. مطابق نتایج این تحقیق، میزان هدایت برقی زمین‌های اطراف گنبد نمکی در قبل و بعد از گنبد نمکی به دو برابر رسیده و با توجه به تبخیر بالا، باعث شوری خاک‌ها و آب‌های این منطقه شده است. وجود گنبد نمکی به عنوان فکتور اثرگذار در کیفیت خاک و آب‌های سطحی و زیرزمینی از یک سو و برداشت بی‌رویه آب‌های سطحی و زیرزمینی به عنوان عوامل دیگر افت کیفیت آب‌های زیرزمینی و به عنوان یکی از عوامل بیابان‌زایی می‌تواند وضعیت اکولوژیکی این منطقه را با بحران مواجه کند و با توجه به نتایج حاصل از تحقیق که نمایانگر تأثیر شدید بر شاخص‌های کیمیاوی و فیزیکی در کیفیت منابع آب منطقه است، باید اقدامات مدیریتی مناسب برای کنترل کیفیت آب اراضی پایین دست فراهم شود. نتایج این تحقیق با یافته‌های دهقان (۲۰۰۴) نسبتاً مشابهت دارد.

تحقیقی تحت عنوان اندازه‌گیری فلزات سیماب، سرب، آرسنیک، کدیم و کروم در نمک و آب دریاچه مهارلو (استان فارس) در فصول مختلف سال توسط مسعود حاتمی‌منش و همکاران در سال (۱۳۹۲) صورت گرفته نتایج نشان می‌دهد که غلظت فلزات سیماب و سرب در نمک دریاچه کمتر از حداکثر غلظت مجاز آن‌ها در نمک خوراکی می‌باشد؛ اما برای فلزات آرسنیک، کدیم و کروم این مقدار بیشتر از حداکثر مجاز در نمک بود. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق آب دریایی نمک آب مطابقت ندارد.

رامشت و همکاران (۲۰۰۷) کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت داراب در استان فارس را به تهیه نقشه‌های درون‌یابی، تجزیه کیمیاوی (کلسیم، منیزیم، سدیم، غلظت تمام محلول‌ها، سختی، کلورید، سولفات و هیدروجن کربنات) و ترتیب هشت نقشه و تلفیق آن‌ها برای به دست آوردن نقشه کیفیت آب‌های زیرزمینی را با استفاده از ابزار GIS بررسی کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که گنبد‌های نمکی به شدت در کیفیت آب‌های زیرزمینی اثر داشته و گنبد نمک کرسیا شاخص‌ترین عامل در پایین آمدن کیفیت آب‌های زیرزمینی است. نتایج این تحقیق نیز با نتایج تحقیق آب‌های سطحی و زیرزمینی ولسوالی نمک آب تا اندازه بالایی مطابقت دارد.

باید متذکر شد که مدیریت بهینه و کنترل آلودگی دریایی نمک آب نیازمند جلوگیری از ورود آب از زیر گنبد نمکی و استخراج غیرقانونی نمک می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد که شور

شدن آب دریای نمک آب از مهم‌ترین چالش‌های زمین‌های زراعتی و آشامیدنی بوده، به‌خاطر جلوگیری از این آلودگی به امتداد دریا یک دیوار استنادی کانکریتی اعمار گردد تا از آلودگی آب دریا جلوگیری به‌عمل آید. همچنان آب که از زیر گنبد نمکی خارج می‌شود، در مسیر آن حوضچه‌های پی‌درپی ساخته شود؛ تا نمک در داخل حوضچه‌ها ترسب نموده و آب نسبتاً پاک و عاری از نمک، خارج گردد تا از ملوئیت بیشتر آب دریا جلوگیری شود.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

آب دریای نمک آب بالا از ساحه‌ی گنبد نمکی دارای انحلالیت نمک $180 \mu\text{S/cm}$ بوده و با عبور از ساحه معدن دارای انحلالیت نمکی $390 \mu\text{S/cm}$ می‌باشد که آب مذکور پایین‌تر از معدن از حد مجاز آشامیدنی و زراعتی خارج می‌شود.

بعد از تحلیل و تجزیه نمونه‌های اخذ شده از دریا نمک آب تمام مواد جامد منحل در آب (TDS) بالا از ساحه معدن 136PPM و پایین‌تر از ساحه معدن 250PPM می‌باشد، از مقایسه با استانداردهای جهانی چنین نتیجه گرفته می‌شود که آب بعد از عبور نمودن اساحه معدن قابل نوشیدن نمی‌باشد.

مکدریت آب دریا بر اساس تجزیه آن توسط دستگاه Turbidity Meter بالا از گنبد نمک 1.4NTU و پایین‌تر از گنبد نمک 66NTU تعیین گردید که با مقایسه با استانداردهای جهانی چنین نتیجه گرفته می‌شود که عبور آب از ساحه معدن قابل نوشیدن نمی‌باشد. نظر به بازدید ساحه و تجزیه و تحلیل چنین نتیجه حاصل گردید که بیش‌ترین منبع ملوئیت آب دریا دو مجرای خروجی آب از زیر گنبد نمکی می‌باشد.

منابع و مآخذ

تیموری، مهدی؛ نظری، لیلا و عارف‌خانه کلاته، سلمان. (۱۳۹۳). مهندسی و مدیریت منابع آب: ارزیابی پارامترهای کیفیت آب رودخانه اترک با استفاده از روش تجزیه عاملی. کنگره ملی

مهندسی عمران. <https://sid.ir/paper/891677/fa>

جانیان، سلیمان؛ جعفری، محمدرضا و عیدی، ضیاءالدین. (۱۳۹۴). آب سطحی: بررسی تغییرات سالیانه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه دوبرج. کنگره ملی آبیاری و

زهکشی ایران. <https://sid.ir/paper/870939/fa>

حقیقی، پارسا و همکاران. (۱۳۹۵). تحلیل پارامترهای کیفی آب‌های سطحی جهت مدیریت بهینه منابع آب (مطالعه موردی: حوضه گاوخونی). کنگره پیشگامان پیشرفت.

<https://sid.ir/paper/866054/fa>

- خدابخش، سعید؛ کبیر، شیما و افشارنیا، مینا. (۱۳۹۸). ارزیابی کیفی آب سطحی و زیرزمینی حوضه رودخانه خررود (جنوب استان قزوین). هایدروجیولوجی، ۴۲-۵۳، ۴ (۱). [doi: 10.22034/hydro.2019.8531](https://doi.org/10.22034/hydro.2019.8531)
- سلطانی، سعید و همکاران. (۱۳۹۸). بررسی تغییرات پارامترهای کیفیت آب در حوضه آبخیز سد زاینده رود. نشریه محیط زیست طبیعی. ۷۲ (۴)، ۴۴۵-۴۵۸. [10.22059/jne.2020.271369.1589](https://doi.org/10.22059/jne.2020.271369.1589)
- شعبانی، محمد. (۱۳۸۸). بررسی تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی دشت ارسنجان. جغرافیای طبیعی، ۱ (۳)، ۷۱-۸۲. <https://sid.ir/paper/185066/fa>
- فیروز، نور محمد. (۱۳۵۷). جیولوجی منطقوی افغانستان. کابل: انتشارات وزارت تحصیلات عالی افغانستان.
- نصرتی، کاظم، امینی، مصطفی، انصاری، مهدی، و بیژن نژاد، احسان. (۱۳۹۵). بررسی تاثیر گنبد نمکی بر کیفیت خاک مناطق پایین دست با بهره‌گیری از روش‌های آماری چندمتغیره (مطالعه موردی: گنبد نمکی کرسیا، دشت داراب). مدیریت بیابان، ۴ (۸)، ۱-۱۴. <https://sid.ir/paper/252859/fa>
- Abdullah, S., & Chmyriov, V. M. (1977). Map of mineral resources of Afghanistan: Kabul, Afghanistan, Democratic Republic of Afghanistan, Ministry of Mines and Industries, Department of Geological and Mineral Survey. V/O Technoexport USSR, scale, 1(500,000).
- Baghernejad, T., Feiznia, S., and Hashemi, S.A.A. (2014). The effect of salt domes on the land uses (Case study: South of Semnan). Second National Conference of Desert with Approach of Dry and Kavir Region Management, Tehran.
- Dehghan, A. (2004). Salt domes roles in desertification (Case study: salt dome of Dashti). Journal of forest and rangeland, 62, 83-89.
- Houben, G., Tünnermeier, T., Eqrar, N., & Himmelsbach, T. (2009). Hydrogeology of the Kabul Basin (Afghanistan), part II: groundwater geochemistry. Hydrogeology journal, 17(4), 935.
- Jawadi, H. A., Sagin, J., & Snow, D. D. (2020). A detailed assessment of groundwater quality in the Kabul Basin, Afghanistan, and suitability for future development. Water, 12(10), 2890. <https://doi.org/10.3390/w12102890>
- Mahaqi, A., Moheghi, M. M., Mehqi, M., & Moheghi, M. A. (2018). Hydrogeochemical characteristics and groundwater quality assessment for drinking and irrigation purposes in the Mazar-i-Sharif city, North Afghanistan. Applied Water Science, 8, 1-10.
- Ouyang, Y. (2005). Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. Water research, 39(12), 2621-2635. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.04.024>

- Ramesht, M.H., Ghazi, A., Moayeri, M and Fotouhi, S. (2007). The effect of salt domes in the salinity of groundwaters of playa of Darab. *Journal of Isfahan University*, 27, 144-129.
- SHNIZAI, Z., & IQBAL, A. R. (2021). Physico-Chemical Properties of Groundwater In The Kabul Basin, Afghanistan. *Kabul Polytechnic University*, 1(1).
- Shrestha, S., & Kazama, F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22(4), 464-475. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.02.001>
- Singh, K. P., Malik, A., & Sinha, S. (2005). Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques—a case study. *Analytica Chimica Acta*, 538(1-2), 355-374. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.02.006>
- USEPA. (2018), Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables: United States Environmental Protection Agency, Office of Water. 2018.
- WHO Geneva, (2008), Guidelines for drinking-water quality (electronic resource), 3rd
- Trudgill, Wu, L., , B.D., & Kluth, C. F. (2016). Salt diapir reactivation and normal faulting in an oblique extensional system, Vulcan Sub-basin, NW Australia. *Journal of the Geological Society*, 2008-2016

بررسی عوامل مؤثر بر انتخاب نوع ریاکتور (بستر ثابت یا بستر سیال)

در صنایع کیمیاوی

عبدالحمیم رحمانی

پوهنمل، دیپارتمنت انجینیری صنایع مواد غیرعضوی، پوهنځی انجینیری صنایع کیمیاوی، پوهنتون جوزجان، شبرغان، افغانستان.

<https://orcid.org/0009-0003-6149-3670> - abduhalimrahmani@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۰)

چکیده

ریاکتورها از جمله مهم‌ترین تجهیزات در صنایع کیمیاوی اند که برای انجام تعاملات کیمیاوی مورد استفاده قرار می‌گیرند. انتخاب نوع ریاکتور مناسب برای یک پروسه تکنالوژیکی، سبب می‌شود؛ تا محصولات کیمیاوی با کیفیت بلند و مصرف کمتر انرژی در مدت کوتاه تولید گردند. هدف از این تحقیق دریافت نوع ریاکتور مناسب در تولیدات معین بوده که برای شناسایی آن از منابع معتبر علمی داخلی و خارجی استفاده صورت گرفت. مطالعات نشان داد که ریاکتورهای بستر ثابت از یک بستر جامد متخلخل تشکیل شده که سیال تعامل کننده از آن عبور کرده و تعاملات کیمیاوی در سطح ذرات بستر کتلستی یا غیر کتلستی انجام می‌شود. ریاکتورهای بستر سیال نیز از یک بستر حامل متخلخل تشکیل شده که توسط سیال تعامل کننده به حالت تعلیق درآمده و ذرات موجود در حال حرکت بوده و تعاملات کیمیاوی در سطح این ذرات انجام می‌شود و هر دو نوع ریاکتور برتری و معایب خاص خود را دارند. ریاکتورهای بستر ثابت برتری مانند سادگی طراحی و ساخت، سهولت در استفاده و مصارف کم دارند. با این حال، معایبی مانند تشکیل نقاط داغ و ظرفیت محدود انتقال کتله و حرارت را نیز دارند. ریاکتورهای بستر سیال نیز برتری؛ مانند: اختلاط عالی سیال، توزیع یکنواخت حرارت، ظرفیت بلند انتقال کتله، حرارت و عدم موجودیت نقاط داغ را دارند. از سویی هم، معایبی مانند پیچیدگی در طراحی و ساخت، فرسایش ذرات بستر را نیز دارند. با در نظر داشت موارد فوق می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب نوع ریاکتور مناسب در صنایع کیمیاوی به عوامل مختلفی مانند نوع تعامل، شرایط عملیاتی و الزامات پروسه تکنالوژیکی بستگی دارد.

کلمات کلیدی: انتقال کتله، انتقال حرارت، ریاکتور بستر ثابت، بستر سیال، صنایع کیمیاوی.

Investigating factors affecting the choice of reactor type (fixed bed or fluid bed) in chemical industries

Adul Halim Rahmani

Senior Teaching Assistant, Department of Inorganic substances Industries Engineering, Faculty of Chemical Industry Engineering, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan (Corresponding Author).
abdulhalimrahmani@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0003-6149-3670>

(Received: 23/06/2024 - Accepted: 31/10/2024)

Abstract

Reactors are among the most important equipment in the chemical industry, used for carrying out chemical reactions. Choosing the appropriate type of reactor for a technological process results in the production of high-quality chemical products with lower energy consumption in a short period. The aim of this research was to identify the appropriate type of reactor for specific productions, using credible domestic and international scientific sources for identification. Studies showed that fixed bed reactors consist of a spongy solid bed through which the interacting fluid passes, and chemical interactions occur on the surface of the catalytic or non-catalytic bed particles. Fluidized bed reactors are also composed of a spongy carrier bed that is suspended by the interacting fluid, with the particles in motion, and chemical interactions occur on the surface of these particles. Both types of reactors have their own advantages and disadvantages. Fixed bed reactors have advantages such as simplicity in design and construction, ease of use, and low consumption. However, they also have disadvantages such as the formation of hot spots and limited mass and heat transfer capacity. Fluidized bed reactors also have advantages such as excellent fluid mixing, uniform heat distribution, high mass and heat transfer capacity, and the absence of hot spots. On the other hand, they also have disadvantages such as complexity in design and construction, and erosion of bed particles. Considering the above factors, it can be concluded that the selection of the appropriate type of reactor in chemical industries depends on various factors such as the type of interaction, operating conditions, and technological process requirements.

Keywords: Mass Transfer, Heat Transfer, Fixed Bed Reactor, Fluidized Bed, Chemical Industries.

۱. مقدمه (Introduction)

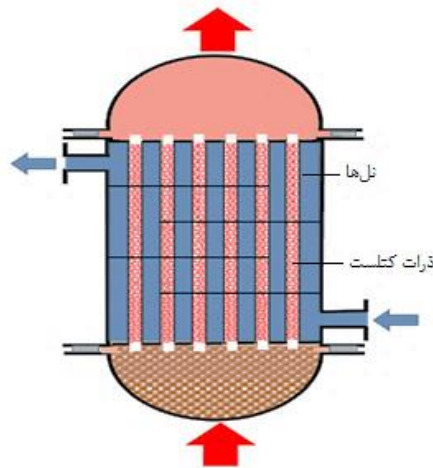
ریاکتورهای کیمیاوی دستگاه‌های اند که در آن‌ها تعاملات کیمیاوی از قبیل تبدیل، ترکیب یا تجزیه به‌منظور تولید ماده مورد نظر صورت می‌گیرد. یا به عبارت دیگر ریاکتورها یک بخش حیاتی از هر صنعت کیمیاوی هستند که در آن تعاملات کیمیاوی انجام می‌شود. در اصل می‌توان گفت به وسیله ریاکتورهای کیمیاوی، مواد اولیه خام به محصولات نهایی تبدیل می‌شوند. از این‌رو، ریاکتورهای کیمیاوی تجهیزات مهم هر پروسه تولیدی در صنایع مختلف؛ مانند: صنایع مواد عضوی، غیرعضوی، غذایی، دواسازی و غیره هستند. عواملی چون حرارت، فشار، غلظت، اختلاط و غیره در انجام و سرعت این تعاملات دخیل می‌باشند؛ بنابراین، در طراحی ریاکتورهای کیمیاوی از اصول میخانیک سیالات، ترمودینامیک، انتقال حرارت، انتقال کتله و کنیتیک تعاملات کیمیاوی بهره‌گیری می‌شود. به‌دلیل انجام بعضی از تعاملات ناخواسته یا وجود مقداری از ماده اولیه با محصول خارج شده از ریاکتور، امکان عرضه مستقیم محصول به بازار مهیا نبوده، برای تحقق این امر انجام بعضی عملیات فیزیکی چون جداسازی، خالص‌سازی و غیره بر روی محصول ضروری است (Trambouze, 2004).

امروزه در صنایع از انواع مختلف ریاکتورها استفاده می‌شود که می‌توان از ریاکتورهای غیر مداوم (وقفه‌ای) و مداوم (غیر وقفه‌ای) نام برد، در یک ریاکتور کیمیاوی نوع غیرمداوم، مواد اولیه وارد ریاکتور می‌شود و پس از انجام عملیات مختلف، محصولات از ریاکتور خارج شده و ریاکتور را برای دور بعدی آماده می‌نمایند (Florit et al, 2019).

این نوع از ریاکتورها زمانی بهترین عملکرد را دارند که به مواد کیمیاوی در مقیاس کوچک نیاز باشد به‌عنوان مثال زمانی که محققان در حال آماده‌سازی ترکیبات برای تحقیقات دواپی هستند؛ این ریاکتور بهترین نوع ریاکتور کیمیاوی برای استفاده است.

در ریاکتورهای نوع مداوم، ورود مواد اولیه و خروج محصول پس از انجام تعاملات به‌طور دائم صورت می‌گیرد، از این ریاکتورها در تولیدات بیشتر یا در مواردی که سرعت تعاملات زیاد باشد، استفاده می‌شود. موجودیت سیستم‌های کنترل حرارت، فشار، غلظت و غیره در این نوع ریاکتور، تولید محصول با کیفیت بهتر را امکان‌پذیر ساخته است. در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی از این نوع ریاکتورها بیشتر استفاده می‌شود، این ریاکتورها به‌طور دوره‌ای برای ترمیم و نگهداری یا زمانی که نیازی به آن‌ها نباشد، خاموش می‌شوند. در این صورت ممکن است، در هنگام فعال‌سازی مجدد، اقدامات خاصی انجام شود تا عملکرد آن‌ها مختل نشود، ریاکتورهای مداوم را با توجه به طرز کار، به (نلدار، جریان مخلوط شده، ریاکتورهای بستر ثابت و بستر سیال) طبقه‌بندی می‌نمایند (Mann, 2009).

در ریاکتور نلدار که در (شکل ۱) نشان داده شد، فرض بر این است که ذرات مسیر مستقیم را طی می کنند. به عبارت دیگر تمامی ذرات مدت زمان یکسانی برای عبور از ریاکتور نیاز دارند. ضمناً تعاملات در این نوع ریاکتورها در عدم موجودیت مخلوط کننده صورت می گیرد. از کاربردهای مهم آن، انجام تعاملات غیرمتجانس در موجودیت کتلت های جامد می باشد؛ اما در ریاکتور جریان مخلوط شده که در (شکل ۲) نشان داده است، مواد توسط یک مخلوط کننده، کاملاً با یکدیگر مخلوط می شوند (Hayes, 2020).



شکل ۱. ریاکتور نوع نلدار (difrex, 2024).

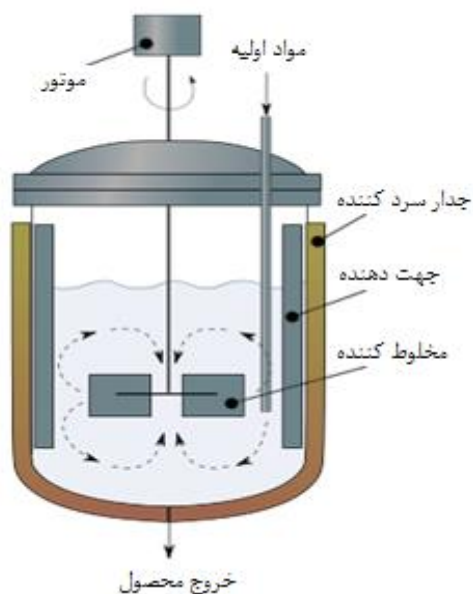
ریاکتورها براساس تعاملات که داخل آن ها انجام می شود، به متجانس و غیرمتجانس طبقه بندی می شود. تعاملات متجانس از جمله تعاملاتی هستند که در آن تمام اجزای قابل ترکیب حتی کتلت در یک فاز کیمیاوی؛ مانند: جامد، مایع و گاز هستند، در حالی که در تعاملات غیرمتجانس، اجزای تعامل کننده حداقل در دو فاز متفاوت قرار دارند (Rudniak, 2004). متغیرهای مؤثر در سرعت تعاملات در سیستم های متجانس، حرارت، فشار و غلظت مواد تعامل کننده و در سیستم های غیرمتجانس به دلیل موجودیت بیش از یک فاز علاوه بر موارد مذکور، سرعت انتقال کتله و حرارت نیز اهمیت دارد.

ریاکتورهای کیمیاوی توسط انجیران متخصص که با نیازها و روش های مختلف استفاده از این دستگاه ها آشنا هستند، طراحی شده اند. یک انجیر برای استفاده خاص، ممکن است یک ریاکتور سفارشی به منظور ویژه ای طراحی کند. در این صورت انجیر متخصص در طراحی مکانی که ریاکتور در آن استفاده خواهد شد، نیز مشارکت دارد؛ تا اطمینان حاصل شود که با دستورالعمل های تعیین شده مطابقت دارد و همچنین، تأیید کند که مکان درستی برای جا

دادن ریاکتور کیمیاوی طراحی شده است، دقیقاً مانند برج تقطیر که فقط با هدف جداسازی محلول براساس نقطه جوش آن‌ها عمل می‌کند، ریاکتورها هم استفاده خاص خودشان را دارند.

دانشمندان کیمیا هم‌چنین می‌توانند انواع ریاکتور کیمیاوی را برای پروژه‌های خاص بسازند، در حالی که برخی از مراحل ایمنی وجود دارد که باید برای اطمینان از این‌که ریاکتور به درستی و بی‌خطر کار می‌کند، انجام شود، اصول اولیه طراحی ریاکتور کیمیاوی معمولاً تا حدودی ساده است (Luyben, 2007).

در کشور تا الحال تحت عنوان یاد شده مطالعات چندانی صورت نگرفته که با انجام این تحقیق و استفاده از نتایج آن در صنایع کیمیاوی باعث خواهد شد؛ تا محصولات با کیفیت بلند در مدت کوتاه و مصرف پایین تولید گردند که در شرایط کنونی با درنظرداشت قیمت سرسام‌آور مواد خام و انرژی از اهمیتی زیادی برخوردار بوده، در نهایت سبب رشد اقتصاد ملی خواهد شد.



شکل ۲. ریاکتور نوع جریان مخلوط شونده (Chemical Engineering World, 2024).

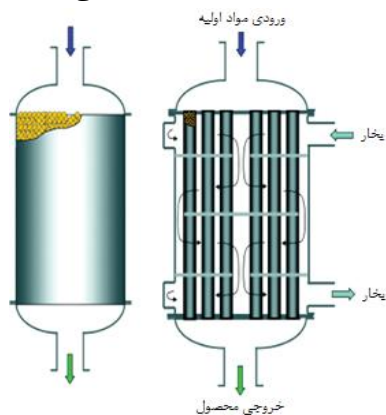
۲. مواد و روش (Material and Method)

در این تحقیق روش براساس هدف و ماهیت داده‌ها در نظر گرفته شده؛ یعنی براساس هدف توسعه‌ای و براساس ماهیت داده‌ها تحلیلی - توصیفی می‌باشد. همچنین، جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از مقالات علمی، کتاب‌ها و گزارش‌های علمی - تخنیک، از سایت‌های معتبر انجام پذیرفته است.

در این تحقیق، عوامل مؤثر بر انتخاب نوع ریاکتور (بستر ثابت یا بستر سیال) در صنایع کیمیاوی مورد بررسی قرار گرفت که با تفصیل در مورد هر دو نوع از ریاکتورها معلومات ارائه می‌شود:

۱.۲. ریاکتورهای بستر ثابت

ریاکتور بستر ثابت که در (شکل ۳) نشان داده است، نوعی ریاکتور کیمیاوی بوده که در آن یک استوانه با دانه‌های کتلتست پر می‌شود، مواد اولیه از میان بستر عبور کرده و به محصولات تبدیل می‌شوند. کتلتست‌ها می‌تواند با اشکال مختلفی از جمله یک بستر بزرگ، چندین بستر افقی یا چندین نل پر شده موازی، بسته به نیاز در سیستم، جابجا شود. ریاکتورهای بستر ثابت به‌طور معمول در عملیاتی استفاده می‌شوند که تعاملات به شکل غیرمتجانس (تعامل گاز با کتالیز غیرمتجانس بالای سطح کتلتست) صورت می‌گیرد، این ریاکتورها برای سنتز مواد کیمیاوی در مقیاس بزرگ، حیاتی هستند. علاوه بر این، آن‌ها به‌طور فزاینده‌یی برای تصفیه مواد مضر و زهری، مانند حذف اکسیدهای ناپتروجن از گازهای خروجی نیروگاه‌ها یا در تصفیه گازات خروجی از اغزاز وسایط نقلیه، مورد استفاده قرار می‌گیرند (Andrigo et al, 1999).



شکل ۳. ریاکتور نوع نلدار بستر ثابت (Online Library, 2024).

- در بعضی عملیات خاصی که از ریاکتورهای بستر ثابت استفاده می‌کنند عبارتند از:
 - **تعاملات هایدروتراتمنت:** مانند هایدرو سلفرزدایی و هایدرو فلززدایی نفت خام سنگین یا هایدرو اسفالت‌زدایی قیر زغال سنگ؛
 - **کتالیز غیرمتجانس:** به‌عنوان مثال، بخاردهی و اصلاح خشک میتان و اکسیدیشن میتان به اتیلین؛
 - **بیوتکنالوژی:** برای افزایش بیومس فعال به‌منظور دستیابی به درجه تبدیل بالاتر در تصفیه فاضلاب؛
- این ریاکتورها به‌دلیل درجه تبدیل بلند در مقابل هر واحد وزن کتلتست و کارایی در حرارت و فشار بالا مورد توجه قرار گرفته‌اند.
- میخانیزم اجرای کار در ریاکتورهای بستر ثابت قرار ذیل است:
 - ورود مواد تعامل کننده:** مواد اولیه وارد ریاکتور شده و از وسط محیط پر از ذرات کتلتست عبور می‌کنند.
 - انتقال کتلوی:** تعامل کننده‌ها از فاز حجمی به سطح خارجی ذرات کتلتست نفوذ می‌کنند.
 - جذب سطحی:** مواد تعامل کننده روی نقاط فعال کتلتست جذب می‌شوند.
 - تعاملات کیمیاوی:** مواد تعامل کننده جذب شده روی سطح کتلتست باهم تعامل نموده و محصول را تشکیل می‌دهند.
 - جدا شدن از سطح:** محصولات از سطح کتلتست جدا می‌شوند.
 - انتقال کتلوی:** محصولات به فاز حجمی برگشته و از بستر کتلتست خارج می‌شوند.
 - خروج محصولات:** محصولات نهایی از ریاکتور خارج می‌شوند.
 - فعالیت ریاکتور بستر ثابت می‌تواند به‌طور کلی به دو شکل باشد:**
 - **ادیاباتیک:** در این حالت تبادل حرارتی با محیط اطراف وجود ندارد.
 - **غیر ادیاباتیک:** در این حالت از تعویض دهنده‌های حرارتی برای کنترل حرارت ریاکتور استفاده می‌شود.

کنترل حرارت در ریاکتورها بسیار مهم است؛ زیرا به‌طور قابل توجهی بر سرعت تعاملات، انتخاب‌پذیری و درجه تبدیل محصول تأثیر می‌گذارد. برای تعاملات اگزوترمیک یا حساس به حرارت، می‌توان از تبادل حرارتی غیرمستقیم با استفاده از سیال انتقال حرارت برای حفظ حرارتی یکسان (ایزوترمال) داخل محیط استفاده کرد. در تعاملات اگزوترمیک، ریاکتور ممکن است، شامل یک سیال انتقال حرارت داخل محیط، ثابت باشد تا حرارت را در محدوده خاصی

کنترول کند. این نوع ریاکتور با بستر ثابت ایزوترمال شناخته می‌شوند. این طراحی به جلوگیری از نقاط داغ در ریاکتور کمک می‌کند که می‌تواند منجر به غیرفعال شدن کتلت یا انجام تعاملات جانبی ناخواسته شود.

ساخت ریاکتورهای بستر ثابت معمولاً نیازمند موادی است که توانایی تحمل حرارت و فشار بالا و همچنین مواد کیمیاوی خورنده را داشته باشد، برخی از مواد رایج مورد استفاده عبارتند از:

- فولاد ضد زنگ: به دلیل دوام و مقاومت در برابر خوردگی؛
- الیازهای با عملکرد بالا؛ مانند: نکل و کروم که می‌توانند در محیط‌های بسیار سخت دوام بیاورند؛
- سرامیک‌ها: برای مناطقی که نیاز به مقاومت حرارتی و عایق حرارتی دارند؛
- فولاد کاربنی: به دلیل استحکام و مقرون به صرفه بودن، اغلب برای بدنه ریاکتور استفاده می‌شود؛
- پوشش‌های تخصصی: برای محافظت در برابر خوردگی و در صورت نیاز برای ایجاد سطح کتلتی.

علاوه بر این، کتلت‌های مورد استفاده در این ریاکتورها اغلب از فلزاتی؛ مانند: نکل، مس، اوسمیم، پلاتین و رادیوم ساخته می‌شوند، این مواد به دلیل توانایی آن‌ها در تسهیل تعاملات کیمیاوی بدون این که خودشان مصرف یا تغییر یابند، انتخاب می‌شوند. انتخاب مواد به طور قابل توجهی بر فعالیت، طول عمر و بی‌خطری ریاکتور تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین، انتخاب دقیق براساس پروسه‌های کیمیاوی خاص و شرایط عملیاتی بسیار مهم است. ریاکتورهای بستر ثابت به دلیل کارایی و اثر بخشی در عملیات کتلتی، در صنایع مختلف به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آینده تکنالوژی ریاکتور بستر ثابت چگونه پیش‌بینی می‌شود؟ و در این زمینه چه نوآوری‌ها و پیشرفت‌هایی صورت گرفته است؟

پیشرفت‌ها و نوآوری‌های اخیر در زمینه ریاکتورهای بستر ثابت بر بهبود کارایی، انتخاب‌پذیری و قابلیت عملکرد آن‌ها متمرکز است. در این جا برخی از پیشرفت‌های کلیدی آورده شده است:

- دینامیک سیالات محاسباتی (Computational Fluid Dynamics): پیشرفت‌های مدل‌سازی (CFD) به طرح‌های بهتری منجر شده که الگوهای جریان و انتقال حرارت

- را در داخل ریاکتور میسر می‌سازد و تضمین کننده استفاده یکنواخت‌تر از کتلیست و شرایط تعاملی است (Dixon, 2020).
- **(CFD) با تفکیک ذرات:** این روش هر ذره را در بستر مدل‌سازی می‌کند و اطلاعات دقیقی در مورد دینامیک سیال، سقوط فشار، پراکندگی، انتقال حرارت و کتله را ارائه می‌دهد که می‌تواند فعالیت ریاکتور را به‌طور قابل توجهی بهبود بخشد.
 - **تکنالوژی بیوریاکتور:** بیوریاکتورهای بستر ثابت، به‌ویژه در تولید سلول و ژن درمانی، پیشرفت‌هایی داشته‌اند. نوآوری‌ها در افزایش سطح تماس و تراکم سلولی، مقیاس‌گذاری کارآمد، کاهش مصارف و افزایش کار مفیده را امکان‌پذیر کرده است (Bhavanam, 2011).
 - **ریاکتور بستر ثابت دوار:** مفهومی نوآورانه که با ترکیب شیب ریاکتور و چرخش، الگوهای جریان مفیدی را القا می‌کند، باعث بهبود مرطوب شدن کتلیست و کاهش توزیع نامناسب فازهای گاز و مایع می‌شود.
 - **اندازه‌گیری‌های جنبشی:** رویکردهای جدیدی برای اندازه‌گیری‌های جنبشی در ریاکتورهای بستر ثابت اگزوترمیک ایجاد شده که امکان اعتبارسنجی بهتر مودل و تخمین پارامترها را فراهم می‌کند که برای مقیاس‌گذاری به اندازه‌های صنعتی ضروری است. این پیشرفت‌ها به توسعه مستمر ریاکتورهای بستر ثابت کمک می‌کند و آن‌ها را برای استفاده در صنایع مختلف انعطاف‌پذیرتر کرده و فعالیت کلی آن‌ها را افزایش می‌دهد.

۲.۲. تأثیر استفاده از ریاکتورهای بستر ثابت بر محیط زیست

- تأثیر محیط زیستی استفاده از ریاکتورهای بستر ثابت بسته به کاربرد خاص، مواد اولیه و محصول، می‌تواند متفاوت باشد. به‌طور کلی، ریاکتورهای بستر ثابت در صورت عملکرد صحیح، برای کارایی بالا و آلودگی نسبتاً کمتر محیط‌زیست طراحی شده‌اند. در این‌جا به برخی نکات قابل توجه اشاره می‌شود:
- **کنترل آلاینده‌ها:** ریاکتورهای بستر ثابت که در کاربردهای محیط زیستی مانند تصفیه گازهای خروجی استفاده می‌شوند، می‌توانند انتشار آلاینده‌های مضر را به‌طور قابل توجهی کاهش دهند و به داشتن هوای پاک‌تر کمک کنند.

- **بهره‌گیری انرژی:** این ریاکتورها می‌توانند با درجه تبدیل بالا کار کنند، به این معنی که در مقایسه به عملیات با درجه تبدیل کمتر برای مقدار مشابه محصول، ضایعات کمتری تولید کرده و مصرف انرژی را کاهش می‌دهند.
- **استفاده از کتلست:** کتلست‌های مورد استفاده در این ریاکتورها اغلب قابل احیا و استفاده مجدد هستند که نیاز به تعویض مکرر و اثرات محیط‌زیستی مرتبط با آنرا کاهش می‌دهد.
- **کاهش ضایعات:** در بسیاری از عملیات کیمیاوی، ریاکتورهای بستر ثابت به حداقل رساندن تولید محصولات جانبی و ضایعات کمک می‌کنند که برای محیط‌زیست مفید است.
- **انرژی پایدار:** نوآوری‌هایی مانند ریاکتورهای هسته‌یی بستر ثابت (Fast Breeder Nuclear Reactor) در حال توسعه است تا انرژی پایدار با حداقل تأثیر محیط‌زیستی را برای رفاه بشر فراهم کند.
- با این حال، اثرات منفی بالقوه‌یی نیز وجود دارد؛ مانند:
- **مصرف منابع:** ساخت ریاکتورها و تولید کتلست نیازمند منابعی است که می‌تواند عواقب محیط زیستی داشته باشد.
- **انتشار مواد کیمیاوی:** هر گونه لیکی یا حادثه‌یی می‌تواند مواد کیمیاوی مضر را به محیط‌زیست آزاد کند.
- **پایان عمر ریاکتور:** دفع کتلست‌های مصرف شده و خروج مواد اضافی (خارج کردن ریاکتور از سیستم) باید با دقت مدیریت شود؛ تا از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری شود.
- به‌طور کلی، کلید به حداقل رساندن تأثیر محیط‌زیستی ریاکتورهای بستر ثابت، در طراحی، فعالیت، نگهداری و مدیریت صحیح استهلاک آن‌ها نهفته است (Avila and others, 2005).
- آینده تکنالوژی ریاکتورهای بستر ثابت با پیشرفت های متعدد در حال ظهور، بسیار امیدوار کننده پیش‌بینی می‌شود. در ادامه به برخی از روندها و پیشرفت‌های مورد انتظار اشاره می‌شود:
- **مودل‌سازی پیش‌بینی کننده:** تلاش‌های مستمری برای توسعه مودل‌های ریاضیکی برای ریاکتورهای بستر ثابت در حال انجام است که می‌تواند عملکرد را پیش‌بینی کرده

و پارامترهای مؤثر در کار ریاکتور را شناسایی کند و در نتیجه نیاز به آزمایش‌های گسترده را کاهش می‌دهد.

- **تولید گاز از زباله:** توسعه ریاکتورهای گازی‌ساز بستر ثابت تحت فشار در مقیاس پایلوت برای تولید گاز سنتز از بقایای مواد عضوی در حال بررسی است، با هدف ایجاد فابریکات تولیدی در مقیاس کوچک که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند.
- **نانو مواد و الیاژها:** انتظار می‌رود ادغام نانو مواد با الیاژها با عملکرد بالا منجر به ایجاد اجزای ریاکتور با خواص بی‌سابقه شود که باعث افزایش کارایی و دوام می‌گردد.
- **تکنالوژی‌های طراحی پیشرفته:** استفاده از تکنالوژی‌هایی مانند غشاهای غیرعضوی و طراحی پیشرفته کتلست می‌تواند منجر به ریاکتورهای شود که پروسه تعاملی و جداسازی را ترکیب کرده و در نتیجه کارایی را بهبود بخشند.
- **معیارهای پایداری:** معیارهای نو آورانه برای پایداری، تعدد و یگانگی در ریاکتورهای بستر ثابت غیر ایزوترمال در حال توسعه است؛ تا طراحی و عملکرد را در مقیاس صنعتی بهبود بخشد.

این پیشرفت‌ها نشان‌دهنده تمرکز بر بهبود کارایی، کنترل و مقیاس‌پذیری است که می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر صنایع وابسته به تکنالوژی ریاکتورهای بستر ثابت داشته باشد (Kressmann et al, 1998).

۳.۲. ریاکتورهای بستر سیال

ریاکتور بستر سیال که در (شکل ۴) نشان داده شده، ریاکتورهای هستند که داخل آن‌ها ذرات جامد (کتلست) با یک سیال (گاز یا مایع) مخلوط می‌شوند، مانند یک مایع عمل می‌کنند، این روند باعث تعاملات کیمیای با سرعت بیشتر و با کنترل بهتر حرارتی انجام شود.

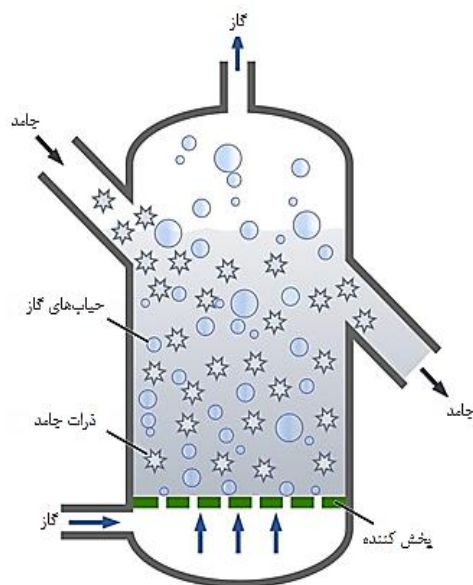
ریاکتور بستر سیال از جمله ریاکتورهای اند که برای انجام تعاملات کیمیای چند فازی مختلف به کار می‌روند. در این‌جا نحوه‌ای فعالیت آن توضیح داده شده است:

- **سیال‌سازی:** سیال (گاز یا مایع) با سرعت لازم از وسط ماده دانه‌یی جامد (اغلب کتلست) عبور داده می‌شود؛ تا ذرات جامد را معلق نگهداشته و باعث شود آن‌ها مانند یک سیال عمل کنند.

صفحه توزیع کننده: ماده جامد معمولاً توسط یک صفحه متخلخل به نام توزیع کننده نگهداشته می‌شود، سیال از طریق این صفحه و سپس از وسط ماده جامد تحت فشار قرار می‌گیرد.

- **بستر بسته به بستر سیال:** در سرعت‌های پایین، ذرات جامد یک بستر بسته را تشکیل می‌دهند. با افزایش سرعت، بستر به سیالی شدن اولیه می‌رسد، جایی که نیروی سیال وزن ذرات را متعادل می‌کند، فراتر از این سرعت حداقل، بستر منبسط می‌شود و ذرات در اطراف حرکت نموده و یک بستر سیال ایجاد می‌کنند.

ریاکتور بستر سیال چندین مزیت یا برتری دارند، از جمله اختلاط یک‌نواخت ذرات و پایداری عالی حرارت که آن‌ها را برای کاربردها صنعتی مختلف، از جمله تولید مواد سوختی و پولیمر، مناسب می‌سازد، همچنین این نوع ریاکتورها در گازیفکشن زغال سنگ، نیروگاه‌های هسته‌ای و تصفیه آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند (Werther, 2000).



شکل ۴. ریاکتور نوع بستر سیال (Wikipedia, 2024).

انواع مختلفی ریاکتورهای بستر سیال وجود دارند که هر کدام برای استفاده خاصی مناسب هستند. در این جا به برخی از انواع رایج و کاربردهای آن‌ها اشاره شده است:

- **ریاکتور بستر سیال حباب (Bubbling Fluidized Bed):** این ساده‌ترین نوع ریاکتور است که در آن سیال هنگام عبور از بستر، حباب‌های را تشکیل می‌دهد، از این نوع ریاکتورها برای عملیاتی مانند احتراق و گازیفکشن زغال سنگ و همچنین در صنایع کیمیاوی برای عملیاتی مانند تبدیل کردن گاز طبیعی به هایدروکربن‌های مایع استفاده می‌شود.

- **ریاکتور بستر سیال گردشی (Circulating Fluidized Bed):** در ریاکتورهای بستر سیال گردشی، ذرات جامد همراه با جریان سیال از ریاکتور خارج شده و دوباره به بستر باز می‌گردند که این امر امکان فعالیت مداوم را مهیا می‌سازد، این ویژگی منجر به افزایش تبادل حرارت و انتقال کتله، کاهش احتمال انبساط حرارتی ناگهانی و افزایش بهره‌گیری عملیات کیمیاوی می‌شود. این ریاکتورها به دلیل توانایی کار با انواع مواد سوختی، اغلب در تولید برق از زغال سنگ، کنویرشن میتان، تبدیل زباله به انرژی و تولید مواد سوخت سنتیزی استفاده می‌شوند.
 - **ریاکتورهای بدون بستر جامد (Fluid Catalytic Cracking):** نوعی خاص از ریاکتورهای بستر سیال هستند که در آن‌ها اجزای سنگین نفت خام به محصولات سبک‌تر و با ارزش‌تر مانند بنزین و اولفین‌ها شکسته می‌شوند، این ریاکتورها جزء مهم فابریکات تصفیه نفت به‌شمار می‌روند.
 - **ریاکتورهای انتقال دهنده:** این ریاکتورها مشابه به ریاکتورهای بستر سیال گردشی‌اند؛ اما با سرعت بالاتر عمل می‌کنند و باعث می‌شوند، ذرات جامد همراه با جریان سیال حرکت کنند. از این نوع ریاکتور در عملیاتی مانند تبدیل میتانول به بنزین استفاده می‌شود.
 - **ریاکتور بستر سیال دوگانه (Dual Fluidized Bed):** این ریاکتورها دارای دو بستر سیال به هم پیوسته هستند که امکان انجام همزمان تعاملات مختلف را مهیا می‌سازد. این ریاکتورها در تعاملات کیمیاوی و تصفیه نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- هر نوع ریاکتور بستر سیال مجموعه پارامترهای طراحی و شرایط عملیاتی خاص خود را دارد که آنرا برای استفاده خاص، مناسب می‌سازد. انتخاب نوع ریاکتور به عواملی مانند کنیتیک تعاملات، نیازهای انتقال حرارت، کتله و خواص فیزیکی مواد تعامل کننده بستگی دارد (Yates et al, 20016).

۴.۲. کاربرد ریاکتورهای بستر سیال در صنایع و عملیات

- ریاکتورهای بستر سیال، به دلیل کارایی و قابلیت داشتن چند ظرفیت یا چند ظرفیتی بودن، در صنایع و عملیات مختلفی به کار گرفته می‌شوند، در این‌جا به برخی از موارد استفاده آن‌ها اشاره شده است:
- **تولید انرژی:** از ریاکتورهای بستر سیال در احتراق و گازیفکشن زغال سنگ و بیومس برای تولید انرژی استفاده می‌شود.

- **پتروشیمی و تصفیه خانه‌ها:** این نوع ریاكتورها نقش مهمی را در عملیاتی مانند کریکینگ کتلاستی مواد نفتی برای تولید بنزین و سایر محصولات نفتی ایفا می‌کنند.
 - **صنایع کیمیاوی:** ریاكتورهای بستر سیال در سنتز مواد کیمیاوی مانند انیدرید فتالیک و تبدیل متانول به بنزین کاربرد دارند.
 - **تصفیه زباله‌ها:** از این نوع ریاكتورها در تبدیل زباله به مواد سوختی کار گرفته می‌شوند و به طرح‌های تبدیل زباله به انرژی کمک می‌کنند.
 - **تولید دوا:** کنترل دقیق بر شرایط تعاملی، ریاكتورهای بستر سیال را برای تولید دارو مناسب می‌سازد.
 - **انجینری مواد غذایی:** از این ریاكتورها برای عملیاتی مانند خشک کردن و پوشش دادن محصولات غذایی استفاده می‌شود.
 - **پروسس مواد معدنی:** ریاكتورهای بستر سیال در تولید مواد اولیه مانند کلینکر سمنت و تیتانیوم‌دایاکساید استفاده می‌شوند.
- این ریاكتورها به دلیل توانایی کار با مواد اولیه مختلف و ظرفیت بلند انتقال حرارت و کتله، مورد توجه قرار گرفته‌اند و به جزء جدایی‌ناپذیری از عملیاتی صنعتی مدرن تبدیل شده‌اند (Yates et al, 2016).

۵.۲. جهت‌گیری‌های جدید تحقیقاتی و آینده تکنالوژی ریاكتورهای بستر سیال

- جهت‌گیری‌های تحقیقاتی و دورنمایی تکنالوژی ریاكتورهای بستر سیال بسیار امیدوار کننده بوده و بر ارتقای ظرفیت، مقیاس‌پذیری و پایداری محیط زیستی تمرکز دارد. در این‌جا به برخی از بخش‌های مهم توسعه اشاره شده است:
- **حلقه کیمیاوی:** این روش از اکسایدهای فلزی برای انتقال اکسیجن جهت احتراق یا گازیفکشن استفاده می‌کند که منجر به کاهش مستقیم انتشار گاز CO_2 می‌شود.
 - **پیرولیز پلاستیک‌ها:** در حال بررسی استفاده از ریاكتورهای بستر سیال برای تجزیه حرارتی پلاستیک‌ها به منظور تبدیل زباله به مواد کیمیاوی و سوخت‌های با ارزش.
 - **دی‌هایدروجنیشن میتان و پروپان:** این عملیات برای تولید اولفین‌ها بسیار مهم هستند و ریاكتورهای بستر سیال می‌توانند ظرفیت و انتخاب‌پذیری بالاتری را ارائه دهند.
 - **مودل‌های محاسباتی پیشرفته:** انتظار می‌رود استفاده از یادگیری برنامه‌های کمپیوتری و هوش مصنوعی، طراحی و عملکرد ریاكتورهای بستر سیال را بهبود

بخشد که منجر به کاهش مصارف سرمایه‌گذاری و عملیاتی شود Kwong et al, (2021).

۶.۲. دورنما

این تحقیق دورنماهای زیر را بازگو می‌کند:

- **تکنالوژی‌های مرتبط به محیط زیست:** ریاکتورهای بستر سیال به احتمال زیاد نقش مهمی در توسعه تکنالوژی‌های سازگار با محیط زیست برای پروسس سوخت‌های فسیلی و کاهش اثرات محیط‌زیستی آنها ایفاء خواهند کرد.
- **اقتصاد چرخشی:** تمرکز بر استفاده از ریاکتورهای بستر سیال در عملیاتی است که از اقتصاد چرخشی پشتیبانی می‌کنند، به‌ویژه در عملیاتی حرارتی و کیمیای که هدف از آن دستیابی به انتشار کاربن خالص، صفر است.
- **رشد بازار:** انتظار می‌رود تقاضا برای عملیات پایدار و کارآمد از نظر انرژی، منجر به رشد بیشتر بازار ریاکتورهای بستر سیال شود.
- این پیشرفت‌ها نشان می‌دهند که تکنالوژی ریاکتورهای بستر سیال همچنان به تکامل و گسترش استفاده خود ادامه خواهد داد و در آینده به عملیاتی صنعتی و سیستم‌های انرژی پایدارتر کمک خواهد کرد (Kwong et al, 2021).

۳. نتایج و یافته‌ها (Results and Findings)

در این تحقیق، عملکرد ریاکتورهای بستر ثابت و سیال در شرایط عملیاتی مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت، این مطالعات نشان داد که ریاکتورهای بستر ثابت و سیال دو نوع از ریاکتور متداول هستند که در صنایع کیمیای برای انجام تعاملات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. انتخاب نوع مناسب ریاکتور به عوامل مختلفی بستگی دارد، همچنان هر دو نوع ریاکتور برتری و نواقص خاص خود را دارند و برخی از برتری‌های ریاکتورهای بستر ثابت عبارت است از:

- **درجه تبدیل بالا:** این ریاکتورها در مقابل هر واحد وزن کتلت، درجه تبدیل بلند ارائه می‌دهند که باعث کارایی آنها در تعاملات کیمیای می‌شود.
- **صرفه اقتصادی:** ساخت و بهره‌برداری از آنها نسبتاً آسان بوده، مصارف ساخت، بهره‌برداری و نگهداری آنها پایین است.
- **قابلیت تحمل به حرارت و فشار بالا:** این ریاکتورها در حرارت و فشار بالا که برای بسیاری از عملیات صنعتی ضروری باشد، مؤثر هستند.

- **تماس بیشتر:** در مقایسه با سایر انواع ریاكتورها، تماس بیشتری بین مواد تعامل کننده و کتلست وجود دارد که منجر به تشکیل محصول بیشتر می شود. این ویژگی ها باعث محبوبیت ریاكتورهای بستر ثابت در بسیاری از فعالیت های صنعتی شده به ویژه در مواردی که کنترل دقیق محیط تعاملی ضروری باشد. ریاكتورهای بستر ثابت به طور گسترده در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته، با چالش ها و محدودیت های نیز روبرو هستند:
- **سقوط فشار:** یکی از مسائل اصلی سقوط فشار در بستر کتلست به دلیل اصطکاک بین گاز و ذرات کتلست است، سقوط فشار بالا به دلیل نیاز به تراکم بیشتر مواد اولیه، می تواند منجر به افزایش مصارف عملیاتی شود.
- **کنترل حرارت:** حفظ حرارتی یک نواخت در سراسر ریاكتور، به ویژه برای تعاملات اگزوترمیک که می توانند نقاط ایجاد کرده و به ریاكتور ضرر برسانند، بسیار مهم بوده که تعاملات اندوترمیک نیز ممکن در صورت انتقال حرارت ناکافی متوقف شوند.
- **غیر فعال شدن کتلست:** با گذشت زمان، کتلست ها به دلیل آلودگی و مسمومیت، می توانند فعالیت خود را از دست بدهند و نیاز به تعویض یا احیای متواتر داشته باشند.
- **کنترل انتخاب پذیری:** دستیابی به انتخاب پذیری مطلوب برای یک تعامل خاص می تواند چالش برانگیز باشد؛ زیرا تعاملات جانبی ممکن است، بسته به درجه حرارت و غلظت مواد اولیه داخل محیط، با سرعت های مختلفی رخ دهند.
- **مقیاس گذاری:** طراحی ریاكتورهای بزرگتر براساس مودل های کوچک به دلیل مقیاس بندی غیر خطی عواملی مانند انتقال حرارت و کتله، می تواند پیچیده باشد.
- **انعطاف پذیری عملیاتی:** ریاكتورهای بستر ثابت در مقایسه با سایر انواع ریاكتورها، از نظر تغییر شرایط عملیاتی یا تغییر بین تعاملات مختلف، انعطاف پذیری کمتری دارند. این محدودیت ها نیازمند طراحی و عملکرد دقیق ریاكتورهای بستر ثابت برای اطمینان از برازندگی و طول عمر آنها است.
- همچنان بررسی ها نشان داد که ریاكتورهای بستر سیال نسبت به ریاكتورهای کیمیای سنتی برتری های متعددی دارند؛ اما در پهلوی آن نواقص نیز دارند، در این جا خلاصه ای از این برتری ها ارائه شده است:
- **اختلاط یک نواخت:** ریاكتورهای بستر سیال اختلاط عالی ذرات را مهیا می سازد که منجر به شرایط یک نواخت تعاملات می شود.

- **حرارت یکنواخت:** این نوع ریاکتورها درجه حرارت یکنواخت را حفظ می کنند که برای تعاملات اگزوترمیک و اندوترمیک مفید است.
 - **انتقال کتله و حرارت بالا:** سیال سازی باعث افزایش ظرفیت انتقال کتله حرارت شده، در نتیجه درجه تبدیل را بهبود می بخشد.
 - **کار به صورت مداوم:** ریاکتورهای بستر سیال می توانند به طور مداوم کار کنند که برای تولید در مقیاس صنعتی مفید است.
 - **انعطاف پذیری:** این ریاکتورها می توانند طیف وسیعی از اندازه ذرات را کنترل کرده و برای تعاملات چند فازی مختلف مورد استفاده قرار گیرند. با این همه، مطالعات نشان داد که این نوع ریاکتورها دارای معایبی نیز هستند که به موارد ذیل می توان اشاره نمود:
 - **طراحی پیچیده:** طراحی و افزایش مقیاس ریاکتورهای بستر سیال به دلیل نیاز به کنترل دینامیک سیال می تواند پیچیده باشد.
 - **فرسایش ذرات:** حرکت شدید ذرات می تواند منجر به فرسایش آنها شده و بر طول عمر و فعالیت ریاکتور تأثیر بگذارد.
 - **جریان برگشتی:** ممکن اختلاط برگشتی قابل توجهی در گازها وجود داشته باشد که برای برخی تعاملات مطلوب نیست.
 - **چالش های عملیاتی:** حفظ حالت سیال سازی مطلوب، به ویژه در مقیاس بزرگ، می تواند چالش برانگیز باشد.
- در مقایسه با ریاکتورهای بستر ثابت، ریاکتورهای بستر سیال عموماً انتقال حرارت و کتله بهتری را ارائه می دهند، می توانند از مشکلاتی مانند کانالیزه شدن و نقاط داغ جلوگیری کنند. با این حال، برای اطمینان از سیال سازی مناسب و جلوگیری از مشکلاتی مانند عدم سیال سازی یا لغزش، به کنترل دقیق تر شرایط عملیاتی نیاز دارند.

۴. مناقشه (Discussion)

تحلیل یافته ها نشان می دهد که درجه تبدیل در مقابل هر واحد وزن کتلتست در ریاکتورهای بستر ثابت بلند بوده که باعث کارایی در تعاملات کیمیاوی می شود؛ اما سقوط فشار به دلیل اصطکاک بین گاز و ذرات کتلتست منجر به افزایش مصارف عملیاتی خواهد شد، همچنان این ریاکتورها در حرارت و فشار بلند مؤثریت داشته؛ لیکن حفظ حرارت یکنواخت در سراسر ریاکتور به ویژه در تعاملات اگزوترمیک می تواند نقاط داغ ایجاد کند و به ریاکتور آسیب برساند.

بدین ترتیب در ریاکتورهای بستر ثابت در مقایسه با سایر انواع ریاکتورها، تماس بیشتری بین مواد تعامل کننده و کتلست وجود دارد؛ زیرا با گذشت زمان، کتلست‌ها به دلیل آلودگی و مسمومیت، می‌توانند فعالیت خود را از دست بدهند.

قابل ذکر است که ریاکتورهای بستر ثابت در کاربردهای محیط‌زیستی مانند تصفیه گازهای خروجی استفاده می‌شوند، می‌توانند انتشار آلاینده‌های مضر را به‌طور قابل توجهی کاهش دهند؛ ولی ساخت ریاکتورها و تولید کتلست نیازمند منابعی است که می‌تواند عواقب محیط‌زیستی داشته باشد.

در ریاکتورهای بستر سیال، اختلاط عالی ذرات فراهم می‌شود که این عمل منجر به شرایط یکنواخت تعاملات خواهد شد؛ اما حرکت شدید ذرات می‌تواند منجر به فرسایش آن‌ها شده و بر طول عمر و فعالیت ریاکتور تأثیر بگذارد. همچنین ریاکتورهای بستر سیال درجه حرارت را به‌صورت یکنواخت حفظ می‌کند که برای تعاملات اگزوترمیک و اندوترمیک مفید است و سیال‌سازی نیز باعث افزایش ظرفیت انتقال کتله و حرارت شده درجه تبدیل را بهبود می‌بخشد؛ اما ممکن است اختلاط برگشتی قابل توجهی در گازها وجود داشته باشد، که برای برخی تعاملات مطلوب نیست. کار مداوم ریاکتورهای بستر سیال می‌تواند برای تولید در مقیاس صنعتی مفید باشد، اما طراحی و افزایش مقیاس ریاکتورهای بستر سیال به دلیل نیاز به کنترل دینامیک سیال می‌تواند پیچیده باشد.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

در این تحقیق، فعالیت ریاکتورهای بستر ثابت و سیال با در نظر داشت عوامل مختلف مورد بررسی قرار گرفت و به‌صورت ذیل می‌توان بیان نمود:

ریاکتورهای بستر ثابت از یک بستر جامد متخلخل تشکیل شده‌اند که سیال تعامل کننده از آن عبور کرده تعاملات کیمیای در سطح ذرات بستر کتلستی یا غیرکتلستی انجام می‌شود. ریاکتورهای بستر ثابت برتری متعددی از جمله سادگی طراحی و ساخت، سهولت در استفاده و مصارف کم را دارند. با این حال، ریاکتورهای بستر ثابت معایبی نیز دارند، از جمله: سقوط فشار در سراسر بستر ریاکتور، تشکیل نقاط داغ، احتمال انسداد بستر و ظرفیت انتقال کتله و حرارت محدود را نام برد.

همچنان نتایج از مطالعات در خصوص ریاکتورهای بستر سیال نشان می‌دهد که این نوع ریاکتورها از یک بستر جامد متخلخل تشکیل شده‌اند که توسط سیال تعامل کننده به حالت تعلیق درآمده، ذرات بستر در سیال حرکت می‌کنند و تعاملات کیمیای در سطح ذرات انجام می‌شود. ریاکتورهای بستر سیال نیز برتری‌های متعددی دارند از جمله:

اختلاط عالی سیال، توزیع یکنواخت حرارت، ظرفیت بلند انتقال کتله، حرارت و عدم موجودیت نقاط داغ. با این حال، ریاکتورهای بستر سیال معایبی نیز دارند، از آن جمله به مواردی مانند پیچیدگی در طراحی و ساخت، نیاز به سیستم پمپاژ، فرسایش ذرات بستر و احتمال اختلاط برگشتی گاز، اشاره کرد. یافته‌ها نشان می‌دهد که هر دو نوع راکتور برتری و معایب خاص خود را دارند و انتخاب نوع ریاکتور مناسب (بستر ثابت یا بستر سیال) در صنایع کیمیای به عوامل مختلفی مانند نوع تعامل، شرایط عملیاتی و الزامات پروسه تکنالوژیکی بستگی دارد، بدین ترتیب می‌توان چنین نتیجه گرفت:

- **نوع تعامل:** اگر تعامل به شدت اگزوترمیک یا اندوترمیک باشد، ریاکتور بستر سیال ممکن به دلیل توزیع یکنواخت حرارت انتخاب بهتری باشد.
 - **شرایط عملیاتی:** اگر فشار عملیاتی بالا باشد، ریاکتور بستر ثابت ممکن است به دلیل سقوط فشار کمتر انتخاب بهتری باشد.
 - **الزامات پروسه:** اگر درجه تبدیل بالا یا ظرفیت تولیدی بلند مورد نیاز باشد، ریاکتور بستر ثابت ممکن است انتخاب بهتری باشد.
- در نهایت، انتخاب نوع ریاکتور باید براساس یک مطالعه دقیق از نیازهای عملیاتی و با در نظر گرفتن برتری و نواقص هر دو نوع ریاکتور انجام شود.

منابع و مآخذ

- Andrigo, P., Bagatin, R., & Pagani, G. (1999). Fixed bed reactors. *Catalysis today*, 52(2-3), 197-221.
- Avila, P., Montes, M., & Miró, E. E. (2005). Monolithic reactors for environmental applications: A review on preparation technologies. *Chemical engineering journal*, 109(1-3), 11-36.
- Bhavanam, A., & Sastry, R. C. (2011). Biomass gasification processes in downdraft fixed bed reactors: a review. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 2(6), 425-433.
- Dixon, A. G., & Partopour, B. (2020). Computational fluid dynamics for fixed bed reactor design. *Annual review of chemical and biomolecular engineering*, 11, 109-130.
- Eigenberger, G., & Ruppel, W. (2000). Catalytic fixed- bed reactors. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- Ermolaev, V. S., Gryaznov, K. O., Mitberg, E. B., Mordkovich, V. Z., & Tretyakov, V. F. (2015). Laboratory and pilot plant fixed-bed reactors for Fischer–Tropsch synthesis: Mathematical modeling and experimental investigation. *Chemical Engineering Science*, 138, 1-8.
- Elnashaie, S. S. (2022). *Modelling, simulation and optimization of industrial fixed bed catalytic reactors*. Routledge.

- Florit, F., Busini, V., Storti, G., & Rota, R. (2019). Kinetics-free transformation from non-isothermal discontinuous to continuous tubular reactors. *Chemical Engineering Journal*, 373, 792-802.
- Froment, G. F., & Hofmann, H. P. (2020). Design of fixed-bed gas-solid catalytic reactors. In *Chemical reaction and reactor engineering* (pp. 373-440). CRC Press.
- Geske, M., Korup, O., & Horn, R. (2013). Resolving kinetics and dynamics of a catalytic reaction inside a fixed bed reactor by combined kinetic and spectroscopic profiling. *Catalysis Science & Technology*, 3(1), 169-175.
- Hayes, R. E. (2020). *Introduction to chemical reactor analysis*. CRC Press.
- Kwong, K. Y., & Marek, E. J. (2021). Combustion of biomass in fluidized beds: a review of key phenomena and future perspectives. *Energy & Fuels*, 35(20), 16303-16334.
- Kahraman, R., Shrimpton, J., Luo, K., Gu, S., & Armstrong, L. M. (2014). Novel wall design for circulating fluidized bed reactors. In *Proceedings of the 11th International Conference on Fluidized Bed Technology (CFB-11)* (pp. 14-17).
- Kolios, G., Frauhammer, J., & Eigenberger, G. (2000). Autothermal fixed-bed reactor concepts. *Chemical Engineering Science*, 55(24), 5945-5967.
- Kressmann, S., Morel, F., Harlé, V., & Kasztelan, S. (1998). Recent developments in fixed-bed catalytic residue upgrading. *Catalysis Today*, 43(3-4), 203-215.
- Lee, D. J., Jegatheesan, V., Ngo, H. H., Hallenbeck, P. C., & Pandey, A. (2017). Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. *Biological treatment of industrial effluents*.
- Li, J., Liao, S., Dan, W., Jia, K., & Zhou, X. (2012). Experimental study on catalytic steam gasification of municipal solid waste for bioenergy production in a combined fixed bed reactor. *Biomass and Bioenergy*, 46, 174-180.
- Luyben, W. L. (2007). *Chemical reactor design and control*. John Wiley & Sons.
- Mahecha- Botero, A. (2020). Catalytic fluidized bed reactors. *Essentials of Fluidization Technology*, 333-361.
- Mann, U. (2009). *Principles of chemical reactor analysis and design: new tools for industrial chemical reactor operations*. John Wiley & Sons.
- Sahoo, S. (2012). *Fluidized bed reactor: design and application for abatement of fluoride* (Doctoral dissertation).
- Trambouze, P. (2004). *Chemical reactors*. Editions OPHRYS.
- Thomson, C. G., Lee, A. L., & Vilela, F. (2020). Heterogeneous photocatalysis in flow chemical reactors. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 16(1), 1495-1549.
- Witt, P. M., & Hickman, D. A. (2022). Fluidized- bed reactor scale- up: Reaction kinetics required. *AIChE Journal*, 68(9).
- Wikipedia contributors. (2024, June 5). Fluidized bed reactor. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 05:39, June 22, 2024, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fluidized_bed_reactor&oldid=1227340542

- Wehinger, G. D., Eppinger, T., & Kraume, M. (2015). Detailed numerical simulations of catalytic fixed-bed reactors: Heterogeneous dry reforming of methane. *Chemical Engineering Science*, 122, 197-209.
- Wehinger, G. D., Eppinger, T., & Kraume, M. (2015). Evaluating catalytic fixed-bed reactors for dry reforming of methane with detailed CFD. *Chemie Ingenieur Technik*, 87(6), 734-745.
- Werther, J. (2000). Fluidized- bed reactors. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*.
- Rudniak, L., Machniewski, P. M., Milewska, A., & Molga, E. (2004). CFD modelling of stirred tank chemical reactors: homogeneous and heterogeneous reaction systems. *Chemical Engineering Science*, 59(22-23), 5233-5239.
- Yates, J. G., & Lettieri, P. (2016). *Fluidized-bed reactors: processes and operating conditions* (Vol. 26, p. Springer). Basel, Switzerland: Springer International Publishing.

بررسی نقش مبدل های کتلستی در آگزوز وسایط نقلیه جهت کاهش آلودگی هوا

عبدی محمد عبدی^{۱*}، اسرارالدین گلزاد^۲

*۱. پوهنمل، دیپارتمنت کیمیا، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون بدخشان، افغانستان (نویسنده مسؤول).

<https://orcid.org/0009-0003-7701-3571> - abdi@badakhshan.edu.af

۲. پوهاند، دیپارتمنت انجینیری صنایع کیمیاوی نفت و گاز، پوهنځی صنایع کیمیاوی، پوهنتون پولی تخنیک کابل، افغانستان.

<https://orcid.org/0009-0005-0469-0736> - asrarudingulzad@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۳)

چکیده

آلودگی هوا یکی از مشکلات بزرگ محیط زیست به شمار می رود که از سوخت مواد فسیلی به وجود می آید. وسایط نقلیه به عنوان منبع مهم تولیدکننده گازهای مضر مانند کاربن مونو اکساید (CO)، هایدروکاربن های ناسوخته (HC) و اکسیدهای نایتروجن (NO_x) شناخته می شوند که تهدید جدی برای سلامت انسان ها و محیط زیست به شمار می آیند. این مقاله به بررسی نقش مبدل های کتلستی در کاهش آلودگی هوا می پردازد. روش تحقیق مقاله هذا براساس هدف توسعه ای بوده و از دید ماهیت اطلاعات تحلیلی - توصیفی می باشد. همچنین، جمع آوری اطلاعات به روش کتابخانه ای با بررسی مطالعات مرتبط از سایت های معتبر انجام پذیرفته است. مبدل های کتلستی یک تجهیز ارزشمند هستند که در آگزوز وسایط نقلیه نصب شده و با تبدیل گازهای مضر به گازهای غیر مضر سبب کاهش آلودگی هوا می گردد. نتایج تحقیق نشان می دهد که مبدل های کتلستی می توانند ۹۰ الی ۹۷ درصد از گازهای مضر را به گازها غیرمضر تبدیل کنند. همچنین، نیاز به تحقیق بیشتر برای بهبود عملکرد این مبدل ها احساس می شود. به ویژه در کشور افغانستان که با مشکلات جدی آلودگی هوا مواجه است، استفاده از مبدل های کتلستی می تواند به کاهش بیماری ها و حفظ سلامت عمومی منجر شود. در نهایت، توجه به نگهداری و استفاده صحیح از مبدل های کتلستی در وسایط نقلیه، به ویژه در مناطق شهری، از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و می تواند به بهبود کیفیت هوا و سلامت جامعه کمک کند.

کلمات کلیدی: آلودگی هوا، سوخت های فسیلی، سلامت عمومی، گازهای مضر، کیفیت هوا، وسایط نقلیه، مبدل های کتلستی.

Investigating the role of catalytic converters in vehicle exhaust to reduce air pollution

Abdi Muhammad Abdi^{1*}, Asraruddin Gulzad²

1*. Senior Teaching Assistant, Department of Chemistry, Faculty of Education, Badakhshan University, Badakhshan, Afghanistan (Corresponding Author).

abdi@badakhshan.edu.af - <https://orcid.org/0009-0003-7701-3571>

2. Prof, Department of Petroleum and gas industrial engineering, Faculty of Chemical Industries, Kabul Polytechnic University. asrarudingulzad@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0005-0469-0736>

(Received: 12/09/2024 - Accepted: 23/11/2024)

Abstract

Air pollution is considered one of the major environmental problems that arises from the combustion of fossil fuels. Vehicles are recognized as a significant source of harmful gases such as Carbon monoxide (CO), unburned Hydrocarbons (HC), and Nitrogen Oxides (NOX), which pose a serious threat to human health and the environment. This article examines the role of catalytic converters in reducing air pollution. The research method of this article is based on a developmental objective and is analytical-descriptive in nature. Additionally, data collection was conducted through library research by reviewing related studies. Catalytic converters are valuable devices installed in vehicle exhaust systems that reduce air pollution by converting harmful gases into non-harmful gases. Research results show that catalytic converters can convert 90 to 97 percent of harmful gases into non-harmful gases. Additionally, there is a need for further research to improve the performance of these converters. Especially in Afghanistan, which faces serious air pollution problems, the use of catalytic converters can lead to a reduction in diseases and the preservation of public health. Ultimately, paying attention to the maintenance and proper use of catalytic converters in vehicles, especially in urban areas, is of special importance and can help improve air quality and public health.

Keywords: Air Pollution, Fossil Fuels, Public Health, Harmful Gases, Air Quality, Vehicles, Catalytic Converters.

۱. مقدمه (Introduction)

آلودگی هوا یکی از مشکلات بزرگ محیط‌زیست و جامعه در شرایط امروزی است. وسایط نقلیه در تولید این آلودگی نقش به سزای دارند. به همین اساس افزایش جمعیت و نیاز به وسایط نقلیه جهت حمل و نقل به این آلودگی می‌افزاید، منابع اصلی آلودگی ناشی از احتراق مواد فسیلی، انجن وسایط نقلیه است که به شکل کاربن مونو اکساید (CO)، هیدرو کاربن‌های ناسوخته (HC)، اکسیدهای نایتروجن (NO_x)، و به مقدار کمی اکسیدهای سلفر (SO_x)، سرب و ذرات معلق می‌باشند. انتشار این گازها از وسایط نقلیه ۲/۳ حصه آلودگی هوا در شهرهای بزرگ را تشکیل می‌دهند و این آلودگی سبب بروز بیماری‌های تنفسی، سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی تنگی نفس، دیابت و سایر بیماری‌های مزمن می‌گردد (Dey, 2020).

در یک گزارش سازمان جهانی بهداشت اعلان نموده که سالانه در سرتاسر جهان حدود هفت میلیون نفر در اثر بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا جان خود را از دست می‌دهند. هم‌چنین مؤسسه بین‌المللی تحقیقات سرطان در سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۳ آلودگی هوا را یک ماده سرطان زا بیان نمود (کلشادی، ۱۳۹۵).

وزارت صحت عامه افغانستان اوایل سال ۱۳۹۹ اعلان نمود که بیماری‌های سرطانی در افغانستان روبه افزایش است به گفته این وزارت سالانه ۲۰ هزار نفر به بیماری سرطان مواجه می‌شوند که از جمله ۱۶ هزار تن این بیماران جان خود را از دست می‌دهند، همچنان این وزارت می‌افزاید سالانه ۳۵۰۰ زن در افغانستان مبتلا به بیماری سرطان سینه می‌شوند که ۵۰ درصد آنان در اثر این بیماری جان خود را از دست می‌دهند. منشأ تمام این امراض آلودگی هوا است که در اثر سوخت مواد نفتی از طریق آگروز وسایط نقلیه منتشر می‌گردد (وکیلی، ۱۳۹۹).

سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا در سال ۲۰۰۷ مقدار گاز آلوده کننده در هوای شهر را با استفاده از نصب مبدل‌های کتلتستی به ۱,2g/bhp-hr کاهش داد و این مقدار تا سال ۲۰۱۰ به 0,2g/bhp-hr رسید (توسعه‌فناوری مهریژن، ۱۳۹۴).

بناءً آلودگی هوا ناشی از دود آگروز وسایط نقلیه که در اثر سوخت‌های فسیلی تولید می‌شوند به یک نگرانی جدی برای سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست تبدیل شده است. هدف اصلی این مقاله استفاده از مبدل کتلتستی به عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش گازهای خروجی از آگروز و ساینط نقلیه می‌باشد. این پروسه به طور عمده در مبدل‌های کتلتستی وسایط نقلیه انجام می‌شود که در سیستم آگروز نصب شده‌اند. عملکرد این مبدل‌ها به گونه‌ی است که

قادرند تا ۹۰ الی ۹۷ درصد از گازهای مضر را به گازهای کم ضرر تبدیل کنند (بهروزی، ۱۴۰۲).

۱. مبدل‌های کتلتستی چه تأثیر بر کاهش گازهای خروجی از اگزوز وسایط نقلیه دارند؟
۲. آیا استفاده از مبدل‌های کتلتستی می‌توان به بهبود کیفیت هوا و سلامت انسانها کمک کند؟

مبدل‌های کتلتستی با استفاده از مواد کتلتستی، تعامل‌های کیمیاوی را انجام داده و آلوده کننده‌های مانند کاربن مونو اکساید (CO) را به کاربن دای اکساید، (CO_2) هایدرو کاربن‌های ناسوخته (HC) را به CO_2 و H_2O و اکسایدهای نایتروجن (NO_x) را به N_2 و H_2O تبدیل می‌کنند. این پروسه نه تنها به کاهش آلودگی هوا کمک می‌کند؛ بلکه می‌تواند تأثیر بر کاهش مصرف سوخت، سلامت انسان و حفاظت محیط‌زیست داشته باشد (اسماعیل‌بیگی، ۱۴۰۰).

در نتیجه این مقاله به بررسی نقش مبدل‌های کتلتستی در کاهش آلودگی هوا ناشی از گازهای خروجی اگزوز وسایط نقلیه می‌پردازد که منجر به حفظ سلامت انسان‌ها و حفاظت محیط‌زیست می‌گردد.

۱.۱. مبدل‌های کتلتستی

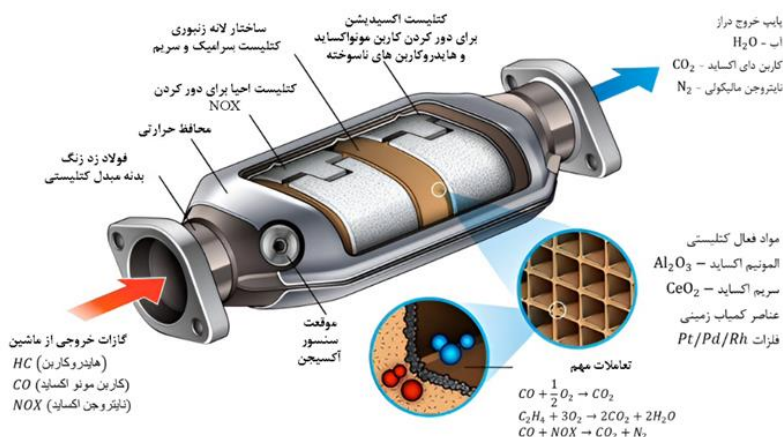
مبدل‌های کتلتستی برای اولین بار توسط یک انجنیر فرانسوی به نام یوجین هودری در سال ۱۹۳۰ اختراع شد. این مبدل‌ها جهت کنترل گازهای خروجی از اگزوز وسایط نقلیه مورد استفاده قرار گرفت (بهروزی، ۱۴۰۲). سال ۱۳۶۰ در کالیفرنیا قوانین جهت کنترل آلودگی هوا مطرح شد که منجر به نصب مبدل‌های کتلتستی در سیستم سوخت و سایش نقلیه گردید و در سال ۱۹۷۰ آمریکا موفق به ساخت این تجهیز شد و در سال ۱۹۷۵ جهت کاهش آلودگی هوا نصب مبدل‌های کتلتستی را در اگزوز تمام وسایط نقلیه شهری اجباری کرد؛ زیرا که وسایط نقلیه بدون مبدل کتلتستی گازهای مانند HC ، NO_x و CO را آزاد می‌کنند. مبدل کتلتستی این گازها را به گازهای بی‌ضرر تبدیل نموده و سبب پاک‌ی هوا می‌گردد (Dey, 2020).

۱.۱.۱. اجزاء مبدل کتلتستی

مبدل‌های کتلتستی عموماً از سه بخش اصلی زیر تشکیل شده اند:

۱. ماده کتلتستی: این قسمت از فلزات پلاتین، پلادیم و رودیم تشکیل شده است. البته استفاده از این فلزات ارزشمند باعث افزایش قیمت مبدل کتلتستی می‌شود که اهمیت حفظ و نگهداری آنرا برای عمر طولانی‌تر نشان می‌دهد.

۲. هسته کتلست: این قسمت بستری از جنس سرامیک مونولیت که اکثر اوقات ساختار لانه زنبوری دارد و در مرکز مبدل کتلستی قرار می‌گیرد.
۳. لایه اکسایدی: این لایه از اکساید المونیم، سیلیکان، الومینا یا تیتانیوم دای اکساید ساخته شده است. وظیفه این قسمت محافظت و نگهداری از ماده کتلست است (باقری، ۱۴۰۰).



شکل ۱. ساختمان و اجزای کتلست (Heck & Ronald, 2001).

۲.۱. مبدل‌های کتلستی از نظر ساختار

مبدل‌های کتلستی نظر به ساختار شان به سه نوع اند که عبارت از مبدل‌های کتلستی دوطرفه، سه طرفه و چهار طرفه می‌باشند. که هر کدام نظر به نوع عملکرد شان فرق می‌کنند؛ مثلاً: مبدل‌های کتلستی دو طرفه توانای تبدیل CO و HC را به CO_2 و H_2O دارند. این مبدل‌ها قبلاً در تمام وسایط نقلیه نصب می‌گردید؛ ولی فعلاً تنها در وسایط نقلیه دیزلی نصب می‌گردند. مبدل‌های کتلستی سه طرفه بر علاوه که توانایی تبدیلی گازات CO و HC را به CO_2 و H_2O دارند، می‌توانند گازات NO_x را به N_2 و H_2O تبدیل کنند. این مبدل‌ها در تمام وسایط نقلیه پطرولی نصب می‌گردند و توانایی بالاتر در کنترل آلودگی هوا دارند. مبدل‌های کتلستی چهار طرفه علاوه بر این که توانایی تبدیلی CO ، HC ، NO_x و ذرات معلق را روی یک تکیه‌گاه دارند. نسبت سوخت به هوارا نیز تنظیم می‌کنند. این مبدل‌ها در وسایط نقلیه با سیستم بالا استفاده می‌گردد (بهروزی، ۱۴۰۲).

۳.۱. مبدل‌های کتلستی نظر به نوع فعالیت

مبدل‌های کتلستی از نظر فعالیت عبارت از مبدل‌های کتلستی اکساید کننده و مبدل‌های کتلستی احیاء کننده می‌باشند.

مبدل‌های کتلستی اکساید کننده: نقش حیاتی در کاهش آلوده کننده‌های خروجی از انجن وسایط نقلیه را دارند. این مبدل‌ها با استفاده از عناصر کتلستی پلاتین و پلادیم به پروسه‌های کیمیاوی کمک نموده؛ تا گازهای مضر مانند کاربن مونو اکساید و هایدرو کاربن‌های ناسوخته را به گازهای بی ضرر مانند کاربن دای اکساید و آب تبدیل کنند. این نوع از مبدل‌ها به طور عمده در وسایط نقلیه دیزلی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به علت عدم توانایی این‌گونه از مبدل‌ها در کاهش آلوده کننده‌های اکساید نایتروجن امروزه در وسایط نقلیه پترولی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، تفاوت این‌ها با مبدل‌های کتلستی پترولی در این است که عنصر رودیم را ندارند (باقری، ۱۴۰۰).

مبدل‌های کتلستی احیا کننده: در پروسه‌های کیمیاوی خاص، به‌ویژه در صنعت موتورسازی، جهت کاهش آلوده کننده‌های مانند CO، HC و اکساید‌های نایتروجن (NO_x) به کار می‌روند. این مبدل‌ها معمولاً در سیستم اگزوز و ساینپ نقلیه نصب شده و نقش مهمی در کنترل آلودگی هوا ایفا می‌کنند (باقری، ۱۴۰۰).

۴.۱. مبدل‌های کتلستی نظر به نوع ماده تشکیل دهنده

مبدل‌های کتلستی وسایط نقلیه نظر به نوع ماده تشکیل دهنده و روش ساخت آن‌ها بردو نوع اند که عبارت از مبدل‌های کتلستی سرامیکی و مبدل‌های کتلستی فلزی می‌باشند که هرکدام مزیت خود را دارند؛ ولی نظر به تاریخ تولید، ابتداء مبدل‌های کتلستی سرامیکی و بعداً مبدل‌های کتلستی فلزی تولید گردیده است.

مبدل‌های کتلستی سرامیکی در سال ۱۹۷۰ در جاپان و امریکا تولید گردیدند، طوری‌که ماده تشکیل دهنده سرامیک ابتداء پودر شده بعداً آنرا با یک چسب مخصوص روی یک پایه انعطاف‌پذیری رسوب داده و چسبانده می‌شود. سپس صفحات شکل داده و بدنه حاصل را خشک نموده پخته می‌کنند.

مبدل‌های کتلستی فلزی نسبت به سرامیکی برتری‌های زیادی دارند که عبارتند از داشتن سلول‌های دارای حجم زیاد و داشتن سطح بیشتر نازک، کاهش افت فشار گاز داخل سلول‌ها و عوامل جهت انجام تعامل کتلستی، مقاومت در برابر ضربه و آغاز تعامل از اولین لحظات گرم شدن، سریع و مکانیکی استارت، به همین دلیل صنایع مدرن اتومبیل‌سازی در طراحی جدید

از این نوع مبدل‌ها جهت تبدیل گازات مضر به گازات غیر مضر استفاده می‌نمودند (امرونی حسینی، ۱۳۹۳).

۵.۱. گازهای خرجی از آگروز وسایط نقلیه

خروج گازهای زهری از آگروز وسایط نقلیه؛ مانند: کاربن مونو اکساید (CO)، هایدرو کاربن‌های ناسوخته (HC)، اکساید‌های نایتروجن (NO_x) و به مقدار کمی اکساید‌های سلفر (SO_x)، سرب و ذرات معلق می‌باشند. خروج این گازها از آگروز وسایط نقلیه مربوط به عملیه احتراق، نسبت سوخت به هوا و عملکرد انجن دارد. نوع آلوده کننده هم‌چنین مربوط به کیفیت مواد نفتی، ناخالصی‌ها و علاوگی‌های موجود در نفت است. عوامل اصلی که به زهری بودن گازهای خروجی از آگروز تأثیر می‌گذارد مربوط به خواص فیزیکی و کیمیای گازات خروجی از آگروز و غلظت این گازات می‌باشد. بناءً جهت کنترل تشکیل گازات زهری ناشی از سوخت مواد نفتی در آگروز وسایط نقلیه ضرورت است که تا وسایط نقلیه به خوبی نگهداری شوند و از مبدل‌های کتلتستی با دوام استفاده صورت گیرد؛ زیرا که مبدل‌های کتلتستی این گازهای زهری را به گازهای غیر زهری تبدیل می‌کنند، هم‌چنان شهرهای بزرگ به‌ویژه کابل نسبت به شهرهای کوچک و قریه‌ها بیشتر در معرض این آلودگی قرار می‌گیرند. بناءً برای کنترل آلودگی هوا ناشی از وسایط نقلیه باید از طرف اداره ملی حفاظت محیط زیست و ریاست ترافیک استانداردهای خاصی برای انتشار گازهای خروجی، کنترل چک فنی، چک سنسور اکسیجن، چک مبدل‌های کتلتستی و سایر بخش‌های مهم و سابط نقلیه اعمال شود. هم‌چنان وسایط نقلیه قدیمی و سنگین نسبت به وسایط نقلیه کوچک و جدید به ازای هر مایل بیشتر از گازهای زهری مانند HC ، CO ، NO_x و ذرات معلق تولید می‌کنند. در ترمیم آن‌ها توجه بیشتر صورت گیرد (Dey, 2020).

۱.۵.۱. تأثیر گازات خروجی آگروز بر صحت انسان

گازات خروجی از آگروز وسایط نقلیه مانند CO ، HC ، NO_x ، SO_x و ذرات معلق اثرات بسیار بدی بر سلامت انسان و محیط‌زیست دارند. این گازات تأثیر مستقیم بر سیستم تنفسی، قلبی و عروقی انسان‌ها و تولید باران‌های اسیدی دارند.

تأثیر گاز کاربن مونو اکساید: گاز CO از طریق سیستم تنفسی وارد قلب شده با هیموگلوبین خون که وظیفه انتقال اکسیجن و تولید انرژی در بدن را دارد، تعامل نموده در نتیجه کاربوکسی هیموگلوبین ($HbCO$) را تشکیل می‌دهد، در نتیجه ظرفیت انتقال اکسیجن توسط هیموگلوبین کاهش می‌یابد، بعداً سیستم عصبی مرکزی را تحت تأثیر قرار داده باعث

سرگیچی، دلبدی و تهوع می‌گردد. اگر این روند ادامه یابد فرد هلاک می‌گردد (Dey & Dhal, 2019).

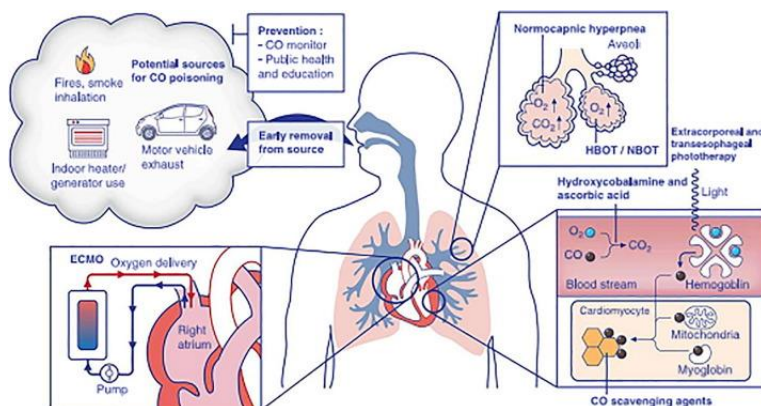
تأثیر اکسایدهای سلفر: اکسایدهای سلفر (SO_x) مانند سلفر دای اکساید (SO_2) و سلفر تری اکساید (SO_3) بر عملکرد سیستم تنفسی تأثیر گذاشته و سبب تحریک دستگاه تنفسی می‌گردد. که در نتیجه منجر به بیماری‌های مزمن تنفسی، تکلیف برانشی می‌شود. هم‌چنان در اثر تنفس این گازات، بینی، گلو و مجراهای تنفسی تخریش شده باعث سرفه، خس خس سینه، تنگی نفس و خطر ایجاد به مرض آسم می‌گردد (Heck & Farrauto, 2001).

تأثیر اکسایدهای نایتروجن: اکسایدهای نایتروجن (NO_x) مانند NO و NO_2 و غیره بر روی دستگاه تنفسی تأثیر گذاشته و سبب تحریک ریه‌ها، بینی، چشم‌ها و بخش‌های گلو می‌شوند و تأثیر مستقیم بر سلامت انسان دارد. قرار گرفتن به صورت دایم در معرض اکسایدهای نایتروجن منجر به مشکلات تنفسی، سردرد، کاهش مزمن عملکرد ریه، تحریک چشم، از دست دادن اشتها، پوسیدگی دندان‌ها و غیره می‌گردد. هم‌چنان اکسایدهای نایتروجن بالای اکوسیستم به‌طور غیرمستقیم تأثیر گذاشته و باعث مختل شدن عملیه‌های فتوکیمیای می‌گردد (Dey & Dhal, 2019).

تأثیر سرب: سرب (PB) یکی از زهری‌ترین عنصر است که از سوخت‌های فسیلی توسط اگزوز به محیط انتشار می‌کند. گرچه سرب در مواد سوخت و وسایط نقلیه وجود ندارد؛ اما این عنصر به عنوان علاوگی به‌شکل تترا ایتایل سرب ($Pb(C_2H_5)_4$) در تیل پترول به‌خاطر بلند بردن عدد اکتان افزوده می‌شود. بعد از سوختن پترول در انجن این عنصر به‌شکل اکساید سرب (PbO_x) منتشر می‌شود. قرار گرفتن در برابر سرب به شکل دوامدار باعث کم خونی، لاغری دایمی، ضعف و آسیب‌های کلیوی و مغز می‌شود. حتی افزایش این عنصر از طریق تماس نیز سبب مرگ می‌گردد. اگر زنان بار دار در معرض دایمی سرب قرار بگیرند، طفل آن‌ها تولد نشده و حتی این عنصر از پرده مشیمه عبور نموده بالای سیستم عصبی کودک در حال رشد تأثیر نموده و سبب مسمومیت و رشد آن‌ها می‌گردد (Boskabady, 2018).

تأثیر هایدرو کاربن‌های ناسوخته (HC): در صورتی‌که مخلوط سوخت و هوا در داخل سلندر زمان کافی به‌خاطر احتراق نداشته باشند، یا جرقه و احتراق به خوبی انجام نشود و یا این‌که نسبت سوخت و هوا تفاوت زیاد داشته باشد در این صورت احتراق در داخل سلندر به خوبی انجام نشده و گازات هایدروکاربنی (HC) ناسوخته شامل الکان‌ها، الکین‌ها، و هایدرو کاربن‌های اروماتیک تولید می‌شود. این هایدروکاربن‌های ناسوخته بوی بد خام سوز داشته و برای

سلامت انسان بسیار مضر می‌باشد. مبدل کتلتی HC نسوخته را به CO_2 و H_2O تبدیل می‌کند. (Keskin, 2015).



شکل ۲. تأثیر گازات CO ، HC ، NOx و Pb بر سلامت انسان

۶.۱. کنترل آلودگی هوا و محیط‌زیست

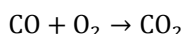
به‌طور عموم تمام وسایط نقلیه نوع آلوده کننده محیط‌زیست می‌باشند. معمولاً سازمان محیط‌زیست هر کشوری قوانین را صادر می‌کنند که می‌توانند تا حدودی مشکلات مربوط به آلوده کننده‌ها را کاهش دهند در این قوانین وضع شده مقدار آلودگی مجاز برای هر وسایط نقلیه تعریف شده است. طبق قانون وضع شده هر وسایط نقلیه که این شرایط را نداشته باشند جواز سیر، نمبر پلیت و حتی اجازه داخل شدن در جاده داده نمی‌شود؛ اما در افغانستان با کمال تأسف در این مورد هیچ توجه صورت نگرفته است. به همین اساس یکی از روش‌های کاهش آلودگی هوا ناشی از سوخت مواد نفتی در انجن وسایط نقلیه استفاده از مبدل‌های کتلتی می‌باشد (Heck & Farrauto, 2001).

مبدل‌های کتلتی نقش مهمی در کاهش آلودگی‌های ناشی از احتراق سوخت در انجن وسایط نقلیه دارند. این مبدل‌ها با استفاده از عناصر کتلتی مانند پلاتین (PT)، پالادیم (PD) و رودیم (Rh) گازهای مضر مانند کاربن مونو اکساید، CO ، هایدرو کاربن‌های ناسوخته (HC) و اکساید‌های نایتروجن (NOx) را به گازهای بی‌ضرر مانند کاربن دای اکساید (CO_2)، آب (H_2O) و نایتروجن (N_2) تبدیل نموده و به بهبود کیفیت هوا کمک می‌کنند (Ghaffari et al, 2008).

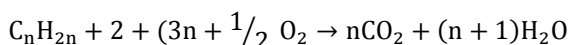
۷.۱. عملکرد مبدل کتلستی در کاهش آلودگی هوا

مبدل‌های کتلستی با استفاده از پروسه‌های کیمیاوی، گازهای مضر ناشی از سوخت‌های فسیلی را که سبب آلودگی هوا می‌گردد به گازهای کمتر مضر تبدیل می‌کنند. این پروسه شامل چندین تعامل کیمیاوی است که به‌طور کلی به پنج دسته زیر تقسیم می‌شوند:

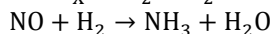
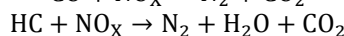
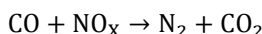
۱. اکسیدشن کاربن مونو اکساید به کاربن دای اکساید



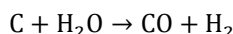
۲. اکسیدیشن هایدرو کاربن‌های حاصل از احتراق ناقص به آب و کاربن دای اکساید



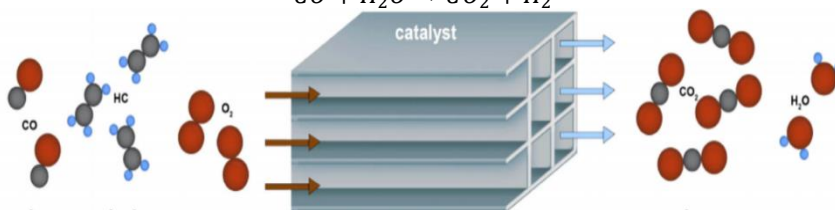
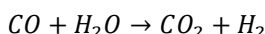
۳. احیای اکساید‌های نایتروجن به نایتروجن و کاربن دای اکساید یا به نایتروجن و آب



۴. تبدیل بخارات ناشی از احتراق هایدرو کاربن‌ها به کاربن مونو اکساید و هایدروجن



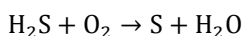
۵. تبدیل کاربن مون اکساید و آب به کاربن دای اکساید و هایدروجن



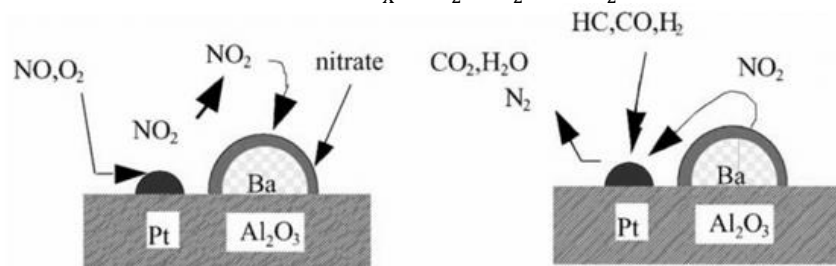
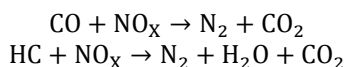
شکل ۳. عملکرد مبدل کتلستی (Namatak, 1400).

علاوه بر تعاملات فوق مبدل‌های کتلستی که منجر به تولید محصولات بی ضرر می‌شوند، یک تعداد تعامل‌های ناخواسته نیز صورت می‌گیرد که سبب تولید مقادیر بسیار کمی از ترکیبات زهری نظیر هایدروجن سلفاید (H₂S) و امونیا (NH₃) می‌شوند. این نوع تعاملات معمولاً در مبدل‌های کتلستی مبتنی بر تعامل‌های سه مرحله‌یی بروز می‌یابند. گرچه حذف چنین تعامل‌ها به‌طور کامل امکان پذیر نیست؛ اما با اعمال یک سری تغییرات در ماهیت ماده کتلستی و لایه اکسایدی می‌توان از بروز این تعامل‌ها تا حد امکان جلوگیری کرد، به‌طور مثال، جهت جلوگیری از تولید هایدروجن سلفاید می‌توان به لایه اکسایدی، نیکل یا منگان اضافه کرد؛ زیرا این فلزات نسبت به جذب سلفر حساس هستند، مانع از جذب آن توسط لایه اکسایدی می‌شوند. به عبارت بهتر، هایدروجن سلفاید زمانی تولید می‌شود که سلفر در

حرارت پایین توسط لایه اکسایدی جذب شده باشد. پس از جذب سلفر در حرارت پایین، در مرحله بعد در حرارت بالا آزاد می‌شود و پس از ترکیب با هایدروجن، گاز هایدروجن سلفاید تشکیل می‌شود (زنجانی و همکاران، ۱۴۰۰).



برای تبدیل مرکبات نایتروجن به شکل نایتروجن از عنصر باریم استفاده می‌شود. طوری که در شکل ذیل دیده می‌شود در شرایط موجودیت اکسیجن مرکب NO_x ابتدا به نایتريت (NO_3^-) تبدیل شده و روی عنصر باریم (BA) ذخیره می‌شود، بعداً در زمان کمبود اکسیجن NO_3^- به همراه HC و CO روی عنصر PT تعامل نموده به CO_2 و N_2 تبدیل می‌گردد (Matsumoto, 2004).



شکل ۴. میکانیزم ذخیره سازی و تولید نایتروجن در مبدل کتلستی (نورانیان و حسین، ۱۳۸۶).

این تعاملات نشان دهنده کاهش ۹۷٪ هایدروکربن‌ها ناسوخته، ۹۶٪ اکساید‌های کربن و ۹۵٪ اکساید‌های نایتروجن می‌باشد (امرونی‌حسینی، ۱۳۹۳).

مبدل‌های کتلستی بر علاوه که تعاملات فوق را انجام می‌دهند، وظایف دیگری نیز به عهده دارد که عبارت اند از:

جلوگیری از اتلاف انرژی حرارتی انجن، جلوگیری از لرزش انجن، کاهش حرارت گازهای خروجی، کاهش صدای گاز در آگزوز، بهبود عملکرد انجن، کاهش مصرف سوخت، کاهش مصرف مبالیل، تنظیم سرعت و عبور از معاینه فنی (باقری، ۱۴۰۰).

۸.۱. علایم و نشانه‌های نقص در مبدل‌های کتلستی

خرابی مبدل‌های کتلستی می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله استفاده از سوخت بی‌کیفیت، عدم نگهداری مناسب و یا مشکلات مکانیکی در موتور رخ دهد. که سبب افزایش مصرف سوخت، کاهش قدرت ماشین، صدای غیرعادی از سیستم آگزوز و روشن شدن چراغ هشدار در سوئیچ بولت می‌باشد. شناسایی زود هنگام این علایم می‌تواند به جلوگیری از آسیب‌های

جدی‌تر به انجن و سیستم سوخت کمک کند و در نتیجه، هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهد.

بعد از خراب شدن مبدل کتلستی، وسایط نقلیه به‌طور نورمال کار نمی‌کند و هنگام دریوری با آن احساس لرزش در انجن احساس می‌شود، در این حالت شتاب موتر نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه خاموش می‌شود.

یکی از شرایطی که مبدل‌های کتلستی برای افزایش کارایی به آن نیاز دارد حرارت نزدیک به ۹۰۰ درجه سانتی‌گرید است. چنانچه بعد از گرم شدن حرارت مبدل کتلستی به حد نصاب خود که حدوداً ۹۰۰ درجه سانتی‌گرید نرسید، حتماً مبدل کتلستی معیوب است و باید تعویض شود (فرهنگیان، ۱۴۰۱).

یکی دیگر از علایم شایع خرابی مبدل کتلستی بوی بد آن است. اگر در کابین موتر خود بوی بدی شبیه به تخم مرغ گندیده احساس کردید و این بو به مرور زمان تشدید پیدا کرد، به احتمال بسیار زیاد مبدل کتلستی خراب شده و باید برای اطمینان از این موضوع به یک ترمیمگاه مراجعه کنید؛ اگر با تکان دادن مبدل کتلستی صدای سنگ ریزه به گوش شما احساس گردید، دانسته می‌شود که مبدل کتلستی میده شده و شبکه‌های داخل آن ریخته و عمر مفید آن تمام شده است. روشن شدن چراغ اخطار در پشت آمپیر وسایط نقلیه نیز یکی دیگر از نشانه‌های خرابی مبدل کتلستی است. خراب شدن مبدل کتلستی می‌تواند نشانه‌های دیگری هم‌چون افزایش مصرف سوخت داشته باشد، پس اگر احساس کردید وسایط شما به‌طور ناگهانی دچار افزایش مصرف سوخت شده است بهتر که این موضوع را نیز مورد توجه قرار دهید (Omrani, 2020).

۹.۱. دلیل خراب شدن مبدل‌های کتلستی

مبدل‌های کتلستی به دلیل ساختار خود حساس و شکننده است. به همین خاطر می‌تواند در صورت رعایت نکردن برخی نکات آسیب ببیند. رایج‌ترین علت خرابی مبدل‌های کتلستی بند شدن منفذهای آن است؛ چرا که در صورت گرفتگی باعث می‌شود، دود خروجی از اگزوز وسایط نقلیه به‌راحتی عبور نکند و این فشار سبب تخریب مبدل کتلستی می‌شود.

دلیل دیگری خرابی مبدل کتلستی ضربه خوردن است، چون ساختمان مبدل کتلستی بسیار شکننده و در صورت ضربه وارد شدن به محفظه خارجی آن باعث می‌شود که مبدل کتلستی بشکند، هم‌چنان مبدل کتلستی به حرارت بالا بسیار حساس است، طوری‌که اگر حرارت این قطعه به بیش از حد مجاز برسد باعث خرابی و از دست دادن خاصیتش خواهد شد.

این مشکل زمانی ایجاد می‌شود که حرارت انجن به دلایل مختلف بیش از حد افزایش یابد (فرهنگیان، ۱۴۰۱).

میزان خلوص گازهای خروجی از آگروز برای سلامت مبدل کتلستی بسیار مهم است؛ چراکه اگر گازهای خروجی به مواد دیگری آغشته باشد، به مرور زمان اثر خود را از دست خواهد داد. برای مثال زمانی که واشر سرسیلندر دچار مشکل شود؛ در نتیجه ترکیب روغن و آب وارد سیلندر شود، به ناچار گازهای خروجی هم به مواد یاد شده آغشته شده و به مبدل کتلستی آسیب می‌زند. هم‌چنان خرابی سیستم جرقه‌زنی انجن سبب خرابی مبدل کتلستی می‌شود؛ چرا که در صورت احتراق نامناسب، مخلوط هوا و بنزین به صورت ناقص می‌سوزد و گازهای حاصل از این احتراق باعث آسیب به مبدل کتلستی خواهد شد. به دلیل وجود سرب در بنزین‌ها و مکمل‌های انژکتور شور در تانکی یا اکتان نمبرها، به مبدل کتلستی آسیب می‌زند (باقری، ۱۴۰۰).

۱۰.۱. زمان کارایی مبدل‌های کتلستی

مبدل‌های کتلستی وسایط نقلیه هم مانند تمام وسایل دیگر، عمر مفید خود را داشته و از یک زمان مشخص به بعد، دیگر آن کارایی مورد انتظار را ندارند. این قطعه حداقل بعد از گذشت ۸۰ هزار کیلومتر و حداکثر بعد از ۱۰۰ هزار کیلومتر باید تعویض گردد؛ زیرا بعد از گذشت این زمان وظیفه خود را که همان تبدیل گازهای زهری به گازهای بی اثر را از دست می‌دهند و حتی در معاینه فنی مردود می‌شود. البته یک معیار دیگر هم برای تعویض مبدل کتلستی وجود دارد؛ ممکن که مدت زیادی از یک موتر استفاده کنید؛ اما مسافت زیادی را با آن طی نکرده باشید. در این صورت هم مبدل کتلستی شما بعد از گذشت یک زمان محدود دچار مشکل می‌شود. طبق گفته متخصصان، اگر مبدل کتلستی بعد از گذشت ۴ سال تعویض نگردد، عمر مفید خود را به اتمام رسانده و دیگر آن کارایی سابق را نخواهد داشت. باید تعویض گردد (Angelidis, Anogianakis & Maglavera, 1997).

۲. مواد و روش (Material and Method)

روش تحقیق مقاله هذا براساس هدف توسعه‌ای بوده و از دید ماهیت اطلاعات تحلیلی-توصیفی می‌باشد. هم‌چنین، جمع‌آوری اطلاعات به روش کتابخانه‌ای با بررسی مطالعات مرتبط از سایت‌های معتبر انجام پذیرفته است.

اطلاعات به روز از سایت‌های معتبر و بین‌المللی دانلود و مدیریت منابع بابت تهیه مقاله انجام پذیرفته است. بعد از دانلود و مدیریت منابع، موادها کتگوری بندی شده و در تجزیه و تحلیل مقاله استفاده شده است.

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

این مقاله به بررسی نقش مبدل کتلستی در کاهش آلودگی هوا می‌پردازد که از سوخت مواد نفتی در وسایط نقلیه تولید می‌شود.

۱. آلودگی هوا که از اثر سوخت مواد نفتی در انجن وسایط نقلیه تولید می‌شود و توسط آگزوز به بیرون منتشر می‌گردد یک مشکل جدی محیط زیست است که می‌تواند تهدیدی برای سلامت انسان‌ها حیوانات، نباتات و سایر ایکوسیستم باشد.

۲. گازهای مضر که از آگزوز وسایط نقلیه در اثر سوخت مواد نفتی به هوا منتشر می‌شوند؛ مانند: CO ، HC ، NO_x ، SO_x ، PbO_x و ذرات معلق، عمده‌ترین آلوده کننده‌های محیط زیست محسوب می‌شوند.

۳. مبدل‌های کتلستی با استفاده از عناصر کتلستی؛ مانند: پلاتین، پلادیم و رودیم نقش بسیار مهمی در کاهش این آلودگی دارند.

۴. مبدل‌های کتلستی قادر اند با استفاده از تعاملات کیمیاوی تا ۹۰ الی ۹۷ درصد گازهای مضر را به گازهای کم ضرر تبدیل کنند.

۵. عملکرد مبدل‌های کتلستی در تبدیل این گازها طوری است که با استفاده از عملیه‌های اکسیدیشن و احیاء گازات مضر؛ مانند: CO ، HC ، NO_x ، را به گازهی غیر مضر مانند H_2O ، CO_2 و N_2 تبدیل می‌کنند.

۶. در تبدیل گازهای مضر به گازهای کم ضرر عنصر پلادیم نقش اکسیدیشن را دارد و عنصر رودیم نقش احیاء کننده را دارد؛ اما پلاتین نظر به خواص فیزیکی و کیمیاوی خاصی که دارد هم در عملیه اکسیدیشن و هم در عملیه احیاء شرکت می‌کند.

۷. عوامل مختلفی می‌تواند سبب کاهش عملکرد و کارای مبدل‌های کتلستی شود عبارت از سوخت‌های بی کیفیت، نگهداری نادرست، وسایط نقلیه و مبدل کتلستی، ضربه خوردن مبدل کتلستی، خرابی سیستم انجن، حرارت بیش از حد و عدم عملکرد سنسور اکسیجن می‌باشد.

از این بحث‌ها به این نتیجه می‌رسیم که استفاده از مبدل‌های کتلستی در هر وسیله که مواد سوخت مصرف کنند به‌طور چشم‌گیری در کاهش آلودگی هوا، بهبود سلامت انسان‌ها و

ایکوسیستم نقش به سزای دارد. به‌ویژه در کشور عزیز ما افغانستان که هیچ آگاهی به مبدل کتلستی و عملکرد آن ندارند، با مشکلات جدی آلودگی مواجه هستند و این تجهیز می‌تواند ضامن سلامت انسان و حفاظت محیط زیست باشد.

در کل این تحقیق به بررسی نقش مبدل‌های کتلستی در کاهش آلودگی هوای ناشی از گازهای خروجی وسایط نقلیه پرداخته و نتایج خیلی ارزنده را ارائه می‌دهد در صورت استفاده از این تجهیز می‌توان به حفظ سلامت انسان‌ها، حیوانات و در مجموع ایکوسیستم کمک نموده و سبب پاکی محیط‌زیست گردد.

۴. مناقشه (Discussion)

مبدل‌های کتلستی به‌عنوان ابزارهای کلیدی در کاهش آلودگی هوا ناشی از دودکش موتورها، توانایی تبدیل تا ۹۰ درصد از گازهای مضر را دارند. با این حال، چالش‌هایی همچون نیاز به تعویض دوره‌ای و تأثیر شرایط کارکرد بر کارایی آن‌ها وجود دارد که می‌تواند به هزینه‌های اضافی برای صاحبان موتورها منجر شود. همچنین، برخی تعاملات ناخواسته ممکن است منجر به تولید ترکیبات زهری شوند. با توجه به این چالش‌ها، تحقیقات بیشتری در زمینه توسعه تکنالوژی‌های جدید و کارآمدتر احساس می‌شود. در نهایت، دستیابی به بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی، نیازمند توجه به این چالش‌ها و پیشرفت‌های علمی در این حوزه است.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

مبدل‌های کتلستی به‌عنوان یک وسیله بسیار قدرتمند در کاهش آلودگی هوای ناشی از آگزوز وسایط نقلیه، نقش حیاتی در حفظ سلامت عموم ایکوسیستم و بهبود کیفیت هوا ایفا می‌کند. این مبدل‌ها با استفاده از عملیه‌های کیمیاوی گازهای مضر مانند: کاربن مونو اکساید، هایدروکاربن‌های ناسوخته، اکسایدهای نایتروجن و اکسایدهای سلفر را به گازهای بی ضرر مانند کاربن دای اکساید، آب، نایتروجن و سلفر تبدیل نموده به کاهش آلوده‌کننده‌های هوا کمک می‌کند.

مبدل‌های کتلستی سه کاره، نسبت به مبدل‌های کتلستی دوکاره توانایی خاصی در حذف هم‌زمان آلوده‌کننده‌ها داشته و می‌توانند تا ۹۰ درصد از گازهای مضر را به گازهای غیر مضر تبدیل کنند.

نظر به وضعیت فعلی در افغانستان چالش‌های بزرگی همچون نیاز به تعویض، احیاء، بازیافت، تأثیر شرایط کارکرد بر بهبود و هزینه تولید وجود دارد که باید در نظر گرفته شود. به

همین اساس استفاده از تکنالوژی‌های جدید و بهبود عملکرد مبدل‌های کتلتستی می‌تواند به کاهش هزینه و افزایش کارکرد آن‌ها کمک کند.

نظر به آمارهای صحتی جهان و داخل کشور در مورد مرگ‌ومیر و بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا، ضرورت به تحقیقات بیشتر و توسعه روش‌های جدید برای عملکرد بهتر مبدل‌های کتلتستی شدیداً احساس می‌شود. به‌خصوص در افغانستان که به مشکلات جدی آلودگی هوا ناشی از وسایط نقلیه هستند. با استفاده از مبدل‌های کتلتستی با کیفیت یک راهکار مؤثر در کاهش بیماری‌ها و حفظ سلامت عمومی توجه جدی صورت گیرد. همچنین، می‌توان گفت که استفاده از مبدل کتلتستی در وسایط نقلیه نه‌تنها به کاهش آلودگی هوا ناشی از سوخت‌های فسیلی کمک می‌کند؛ بلکه می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی، حفاظت از محیط‌زیست و ایکوسیستم نیز منجر شود؛ بنابراین، توجه به نگهداری و به‌کارگیری درست این وسیله ارزشمند در وسایط نقلیه به شهرهای بزرگ و پر ازدحام از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

منابع و مآخذ

- اسماعیل‌بیگی، امیر حسین. (۱۴۰۱). آیا خرابی سنسور اکسیژن مصرف سوخت خودرو را افزایش می‌دهد؟ بیست ران، شماره ۴، ۳۵ - ۴۵. بازیابی از: https://emdakhodro.taci.ir/News_Detail.aspx?nid
- امرونی‌حسینی، مرتضی؛ آزادمنند، مانی و کاوه، ارزانی. (۱۳۹۳). ساخت مبدل کاتالیزوری پایه فلزی. علوم و تکنالوژی محیط‌زیست، ۱۶(۱)، ۴۰ - ۴۸. <https://civilica.com/doc/1289327>
- باقری، محمد. (۱۴۰۰). تعمیر سیستم‌های گازرودرو. ۱۸۷ - ۲۲۲. <http://chap.sch.ir/sites/default/files/lbooks/95-96/604/187-222-C210492.pdf>
- بهروزی، خداداد. (۱۴۰۲). کنترل آلودگی خودرو با استفاده از کاتالیزور. علوم زیست محیطی و دانش جغرافی، ۷(۱)، ۱ - ۲۰. https://www.geo2.ir/article_200195_449d175f8adb0bb1d6ccfcaa9a9bb74c.pdf
- توسعه فناوری مهریژن. (۱۳۹۴). محصولات فناوری نانو. تهران: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- زنجانی، احمد و همکاران. (۱۴۰۰). کلیات و دانستنیهای بخش مهم خودرو کتلتست. بازیابی از [WWW. Car Wrks. IR](http://WWW.CarWrks.IR).
- فرهنگیان، حسین. (۱۴۰۱). کاهش آلودگی زیست محیطی با احیای کاتالیزور خودرو به روش هیدروژناسیون ملایم. شیمی سبز و فناوری‌های پایدار، ۴(۲)، ۳۵ - ۴۱.
- کلشادی، رویا. (۱۳۹۵). آلودگی هوا و سلامت انسان: مروری بر مطالعات و تحقیقات جهانی درباره اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان. تهران: سازمان فرهنگی هنری شهرداری تهران.

- نورانیان، حسین و اسمعیلی، حسین. (۱۳۸۶). مروری بر روش های تولید کاتالیست آگزوز خودرو. فصلنامه سرمایه/ ایران، ۳(۳)، ۴۳-۵۳. <https://jicers.ir/article-1-358-fa.pdf>
- وکیلی، عطاالله. (۱۳۹۹). آلودگی هوا و راه های حل آن در شهر های بزرگ افغانستان. ۱-۱۵.
- Angelidis P, Anogianakis G, Maglavera S. (1997). A multimedia man-machine interface for the disabled and elderly. *Stud Health Technol Inform*, 43, 79-83.
- Boskabady , M. (2008). The effect of environmental lead exposure on human health and the contribution of inflammatory mechanisms, a review . *Environment International*. 404- 420.
- Dey, S. & DHal, G. (2019a). Materials progress in the control of CO and CO2 emission at ambient conditions: An overview .*Materials Science for Energy Technologies*. 607-623,
- Dey, S. & DHal, G. (2019b). Catalytic conversion of carbon monoxide into carbon dioxide over spinel catalysts: An overview .*Materials Science for Energy Technologies*. 575- 588,
- Dey, S. (2020). Automobile pollution control using catalysis .*Resources, Environment and Sustainability*, 1-13.
- Ghaffari, A , Shamekhi, H , Akbar Saki, A & , Ehsan Kamrani, E. (2008) . Adaptive Fuzzy Control for Air-Fuel Ratio of Automobile Spark Ignition Engine . *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2, 12- 20.
- Heck, R & , Farrauto, R. (2001). Automobile exhaust catalysts .*Applied Catalysis A: General*. 443- 447,
- <https://a.co/d/gv4CPHm>. (2020). OXICAT Oxygen Sensor, Catalytic Converter, & Turbocharger Cleaner for Preventive Maintenance.
- Namatak. (1400). *Namatak True Education*. Retrieved from Car Catalyst.
- Omran, Mehrazin, et al. (2020). Platinum group elements study in automobile catalysts and exhaust gas samples, *Environmental Pollution*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113477>.
- Ronald, M. & Heck, R. J. (2001). Automobile exhaust catalysts. *Applied Catalysis A: General* 221, 443–457.

انتخاب روش استخراج مناسب برای قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک نظر به قاعده نیکولاس اصلاح یافته

اسحق علی محمدی^{۱*}، سیدعلی آقا هاشمی^۲

*۱. پوهنیار، دیپارتمنت انجینیری استخراج معادن، پوهنځی انجینیری جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شیرغان، افغانستان (مسئول نویسنده). <https://orcid.org/0000-0001-8815-372x> - eshaqmohammadi@yahoo.com
۲. پوهنمل، دیپارتمنت حفاظت محیط زیست، پوهنځی انجینیری جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شیرغان، افغانستان. <http://orcid.org/0009-0005-8136-4512> - wsayedali@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۱۷)

چکیده

انتخاب روش استخراج مناسب برای معدن یکی از موضوعات حیاتی می باشد. هدف این تحقیق انتخاب مناسب روش استخراج برای قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک می باشد. در این تحقیق به منظور انتخاب روش استخراج مناسب برای قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک، از نرم افزار (UBC Mining Method Selector) استفاده به عمل آمده که این نرم افزار بر اساس قاعده نیکولاس اصلاح یافته یا UBC عمل می کند. قاعده نیکولاس طوری است که نظر به درجه انطباق مشخصات جیومتریکی و خواص میخانیکی جسم معدنی و احجار مجاور آن با روش های متعدد استخراج، امتیازت ۴۹-، ۰، ۱-۲ و ۳-۴ را مد نظر می گیرد. براساس ارقام جیولوجیکی، قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک دارای مشخصات جیومتریکی: رگه یی، کم میل، ضخامت بسیار باریک، عمق متوسط بیشتر از ۶۰۰ متر و دارای کیفیت عالی می باشد. همچنان احجار مجاور و اقشار زغال سنگ از لحاظ کمیت RMR به ترتیب حالت متوسط وضعیف را دارا می باشد. بعد از تطبیق مشخصات جیومتریکی و خصوصیات میخانیکی قشر زغال سنگ و احجار مجاور آن در نرم افزار نام برده، روش استخراج جبهه طولانی، کندن و پرکردن و حجره ستونی به علت بلندترین امتیاز منحیث روش استخراج مناسب به دست آمده است.

کلمات کلیدی: روش استخراج، شباشک، معدن زغال سنگ، نیکولاس اصلاح یافته.

The Choice of Appropriate Mining Method for Western Part of Sabashak Coalmine Via Modified Nicholas Rule

Eshaq Ali Mohammadi^{1*}, Sayed Ali Aqa Hashimi²

1*. Teaching assistant, Department of Mining Engineering, faculty of Geology and Mines Engineering, Jawzjan university, Sheberghan, Afghanistan (Corresponding Author).

eshaqmohammadi@yahoo.com - <http://orcid.org/0000-0001-8815-372x>

2. Senior teaching assistant, Department of Environmental Protection, faculty of Geology and Mines Engineering, Jawzjan university, Sheberghan, Afghanistan.

wsayedali@gmail.com - <http://orcid.org/0009-0005-8136-4512>

(Received: 15/05/2024 - Accepted: 08/10/2024)

Abstract

Selecting the appropriate extraction method for mines is one of the vital issues. The aim of this research is to select the appropriate extraction method for the western part of the Shabashak coal mine. In this research, in order to select the appropriate extraction method for the western part of the Shabashak coal mine, the UBC (University of British Colombia) Mining Method Selector software has been used, which operates based on the modified Nicholas rule or UBC. The Nicholas rule is such that it considers the degree of conformity of the geometric characteristics and mechanical properties of the mineral body and its surrounding rocks with various extraction methods, assigning scores of -49, -1, 0, 1-2, and 3-4. Based on geological data, the western part of the Shabashak coal mine has the following geometric characteristics: vein-like, low dip, very thin thickness, an average depth of more than 600 meters, and excellent quality. Additionally, the adjacent rocks and coal layers have a medium to weak RMR value. After applying the geometric specifications and mechanical properties of the coal layers and its adjacent rocks in the mentioned software, the longwall mining method, cutting and filling, and pillar cell methods were obtained as the most suitable extraction methods due to their highest scores.

Keywords: Extraction Method, Shabashak, Coal Mine, Modified Nicholas.

۱. مقدمه (Introduction)

استخراج جسم معدنی از قشر زمین را به نام معدن کاری (استخراج معدن) یاد می‌کنند. نظر به عمق، اندازه‌های امتدادی و افتادگی، شکل، ضخامت و زاویه میل جسم معدنی، دو روش استخراج زیرزمینی و سطحی را از هم تفکیک می‌کنند (اورعی، ۱۳۹۳). هرگاه جسم معدنی نزدیک به سطح زمین موقعیت داشته باشد، استخراج آن با استفاده از روش سطحی صورت می‌گیرد. در صورتی که جسم معدنی در اعماق بیشتر موقعیت داشته باشد؛ استخراج آن با در نظر داشت شکل، ضخامت، اندازه‌های امتدادی و افتادگی، چگونگی گسترش جزء مفید، زاویه میل، خصوصیات جیومتریکی و میخانیکی جسم معدنی و احجار مجاور آن توسط یک و یا چند روش‌های استخراج زیر زمینی صورت می‌گیرد. روش‌های استخراج زیرزمینی که امروزه در معادن مختلف دنیا از آن استفاده به عمل می‌آید عبارت‌اند از: حجره ستونی، لاوا (جبهه طولانی)، تخریب در طبقات، تخریب در طبقات فرعی، کندن و پرکردن، تخریب توده‌یی، تخریب انباره‌ای، برش از بالا به پایین و کرسی چینی می‌باشد (اورعی، ۱۳۹۳).

انتخاب روش مناسب استخراج یکی از موضوعات مهم، حیاتی و مغلق در انجیری معدن بوده؛ زیرا نیازمند در نظر گرفتن پارامترهای جیولوجیکی، جیوتکنیکی، اقتصادی، تحلیل شرایط و شکل جسم معدنی است. هدف از انتخاب روش مناسب استخراج، بلندبردن قدرت تولیدی، ایجاد محیط امن برای کارگران و بلندبردن سطح سودآوری معدن می‌باشد (Bitarafan & Ataie, 2004).

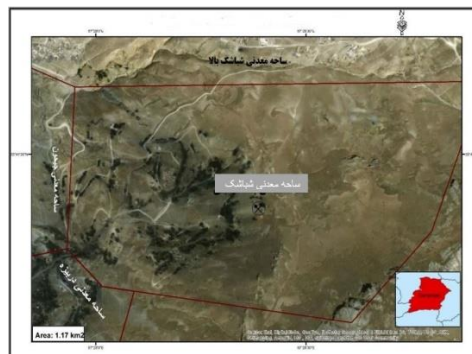
اکثری محققان به این باورند که انتخاب روش استخراج معدن را می‌توان بر اساس بعد منطقی و بعد مطلوب‌سازی انجام داد. در طبقه اول، انتخاب روش استخراج، براساس پارامترهای جیولوجیکی تصمیم گرفته شده و هدف آن کاهش تعدد روش‌های استخراج معدن می‌باشد. در بعد مطلوب‌سازی، از میان چندین روش استخراج که براساس بعد منطقی حاصل گردیده است؛ نظر به سطح تکنالوژی استخراج و شرایط اقتصادی، یک روش انتخاب می‌گردد (Mijalkovski et al, 2022).

انتخاب روش استخراج را به صورت عموم می‌توان بر اساس روش‌های (کیفی، سیستم امتیازدهی و تصمیم‌گیری) انجام داد (Nourali et al). انتخاب روش استخراج که براساس سیستم امتیازدهی صورت می‌گیرد، مربوط به مشخصات شکل، ضخامت، خصوصیات میخانیکی جسم معدنی و احجار مجاور آن است. این روش برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ میلادی توسط نیکولاس مطرح گردید. بعد از آن استفاده از این روش توسط متخصصین معدن به وسعت گسترش یافته است (یاوری و کیومرثی، ۱۳۸۳).

روش نیکولاس توسط متخصصان پوهنتون بریتانیایی کلمبیا (University of British Columbia) اصلاح و ترتیب گردید است؛ که بعد از آن بنام روش نیکولاس اصلاح یافته یا (UBC) نیز یاد می‌گردد. این روش توسط برنر در سال ۱۹۹۹ میلادی بر اساس یک نرم افزار بنام (UBC Mining Method Selection) تنظیم گردید. براساس سیستم نیکولاس اجسام معدنی نظر به شکل هندسی (توده‌ای، رگه‌ای و نامنظم)، نظر به ضخامت (نازک، متوسط، ضخیم و بسیار ضخیم)، نظر به شیب (کم میل یا افقی، متوسط و مایل پرشیب)، نظر به عمق (کم عمق، متوسط و عمیق)، نظر به گسترش جزء مفید (یک نواخت، تدریجی و نامنظم) صنف‌بندی می‌شود (Mijalkovski et al, 2022).

معدن زغال سنگ شباشک یکی از معادن بزرگ افغانستان بوده، دارای ۹ قشرکاری با ضخامت متوسط ۱.۸ متر، جهت امتدادی ۲۵۰۰ متر و جهت افتادگی ۱۷۵۰ متر می‌باشد (نیازی، ۴۰۲). این معدن با کوردینات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض البلد شمالی، ۶۷ درجه و ۳۰ دقیقه طول البلد شرقی در ولسوالی دره صوف بالای ولایت سمنگان موقعیت دارد شکل ۱. به منظور جلوگیری از ضایعات جسم معدنی، تأمین ارزش اقتصادی، بلندبردن سطح سودآوری و تأمین شرایط بی‌خطری معدن‌کاری انتخاب تعیین روش استخراج مناسب برای معدن مذکور یک امر حیاتی و ضروری است. هدف این تحقیق دریافت روش استخراج مناسب برای قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک به کمک قاعده نیکولاس اصلاح یافته است.

خصوصیات جیومتری قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک با خصوصیات جیومتری قسمت شمالی آن متفاوت است. به‌طور مثال در قسمت شمالی ساحه معدن، اقشار زغال سنگ نسبت به قسمت غربی دارای میل شدید و عمق کمتر می‌باشد. بنابراین نویسندگان در این تحقیق کوشش نمودند؛ تا یک روش استخراج مناسب را برای قسمت غربی معدن مذکور به‌دست بیاورند.



شکل ۱. ساحه معدن زغال سنگ شباشک

۲. مواد و روش (Material and Method)

روش تحقیق حاضر براساس هدف کاربردی و براساس ماهیت داده‌ها و اطلاعات تحلیلی-استنباطی می‌باشد. در این تحقیق به منظور انتخاب یک روش مناسب استخراج برای قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک از قاعده نیکولاس اصلاح یافته استفاده به عمل آمده است. ابتدا براساس معلومات جیولوجیکی و لابراتواری که توسط محققان دریافت گردیده و همچنان براساس فورمول‌های محاسبه‌ای، دیتاهای این تحقیق تکمیل گردیده است. سپس دیتاهای حاصله را وارد سیستم نرم‌افزار (UBC Mining Method Selector) گردیده است.

نیکولاس در سال ۱۹۵۱ میلادی به منظور انتخاب روش استخراج، نظر به درجه انطباق خصوصیات جیومتری و میخانیکی جسم معدنی و احجار مجاور آن با روش‌های مختلف استخراج، سیستم امتیازدهی را مطرح نمود. طوری که، در این سیستم نظر به خصوصیات ذخیره، امتیازات ۴۹-، ۰-۱-۲ و ۳-۴ در نظر گرفته شده است و مفهوم زبانی اعداد قرار ذیل شرح گردیده است:

- امتیاز ۴۹-، خصوصیات جیومتریکی و میخانیکی جسم معدنی با روش استخراج قابل تطبیق نبوده و کاملاً رد می‌باشد.
- امتیاز ۰، خصوصیات جیومتریکی و میخانیکی جسم معدنی با روش استخراج غیر محتمل بوده و کاملاً قابل رد نمی‌باشد.
- امتیاز ۱-۲، خصوصیات جیولوجیکی و میخانیکی جسم معدنی با روش استخراج قابل تطبیق بوده و بدون هیچ مشکلی، کاربرد دارد.
- امتیاز ۳-۴، خصوصیات جیولوجیکی و میخانیکی جسم معدنی با روش استخراج کاملاً قابل تطبیق و کاربرد آن ترجیح داده می‌شود.

۱.۲. صنف‌بندی احجار نظر به مشخصات جیومتریکی

انتخاب روش استخراج، توسط قاعده UBC، براساس مشخصات هندسی ذخیره، چگونگی گسترش جزء مفید در سنگ معدنی و خصوصیات میخانیکی سنگ معدنی استوار می‌باشد. بر اساس عقیده نیکولاس اجسام معدنی نظر به شکل هندسی (توده‌ای، رگه‌ای و نامنظم)، نظر به ضخامت (نازک، متوسط، ضخیم و بسیار ضخیم)، نظر به شیب (میل کم یا افقی، متوسط و مایل پرشیب)، نظر به عمق (عمق کم، متوسط و عمیق)، نظر به گسترش جزء مفید (یکنواخت یا عالی، تدریجی و نامنظم) و نظر به خصوصیات میخانیکی (ضعیف، متوسط و

محکم) صنف‌بندی می‌شود (Mijalkovski et al, 2022). در جدول ۱، صنف‌بندی احجار نظر به خصوصیات جیومتری و گسترش جزء مفید واضح شده است.

۲.۲. صنف بندی احجار نظر به خصوصیات میخانیکی

مقاومت ذاتی احجار (Rock Substance Strength (RSS)، قرار رابطه (۱) از نسبت مقاومت فشاری تک محوری و فشار معدنی عمودی به‌دست می‌آید (Namin et al, 2009).

$$RSS = \frac{\sigma_{\delta}}{p} \quad (1)$$

در این رابطه: σ_{δ} مقاومت فشاری تک محوری به پاسکال، P فشار معدنی عمودی به پاسکال که از رابطه ۲ به‌دست می‌آید.

$$P = P_0 + g \cdot \rho \cdot z \quad (2)$$

در این رابطه: P_0 فشار اولیه به پاسکال، g تعجیل قوه جاذبه زمین به متر بر ثانیه مربع؛ ρ کثافت کتله معدنی به گرام فی سانتی‌متر مکعب و z عمق موقعیت جسم معدنی از سطح زمین به متر می‌باشد.

رده‌بندی احجار (Rock Mass Rating (RMR) وابسته به مقاومت فشاری تک محوری، فاصله درزهای، وضعیت ناپیوستگی، وضعیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد. احجار نظر به درجه درزدار و کیفیت (RQD) قرار جدول ۲ صنف بندی می‌گردد (مدنی، ۱۳۹۳). صنف‌بندی احجار نظر به خصوصیات میخانیکی در جدول ۳ واضح گردیده است.

جدول ۱. صنف‌بندی احجار نظر به خصوصیات جیومتری و گسترش جزء مفید (Mijalkovski et al, 2022)

شماره	مشخصات جیومتری	صنف‌بندی	توضیحات
۱	شکل هندسی جسم معدنی	توده‌یی	تمام ابعاد دارای اندازه‌های مساوی هستند.
		رگه‌یی	دو بعد دارای اندازه چند برابر ضخامت است که از ۱۰۰ متر بیشتر نمی‌باشد.
		نامنظم	ابعاد آن در نقاط مختلف متفاوت است
۲	ضخامت جسم معدنی	نازک	۱۰ متر <
		متوسط	۱۰-۳۰ متر
		ضخیم	۳۰-۱۰۰ متر
		بسیار ضخیم	۱۰۰ متر >
۳	شیب جسم	کم میل	۲۰° <

انتخاب روش استخراج مناسب برای قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک نظر به قاعده نیکولاس اصلاح یافته / ۱۳۵

	معذنی	متوسط	$20^{\circ}-55^{\circ}$
		پرشیب	$>55^{\circ}$
۴	عمق جسم معذنی	کم عمق	۰-۱۰۰ متر
		متوسط	۱۰۰-۶۰۰ متر
		عمیق	>600 متر
۵	گسترش جزء مفید	یکنواخت	جزء مفید در تمام نقاط جسم معذنی به صورت یکسان گسترش یافته است.
		تدریجی	جزء مفید در جسم معذنی به صورت زون ها، از یک زون به زون دیگر به صورت تدریجی افزایش می یابد.
		نامنظم	جزء مفید در جسم معذنی به صورت زون ها، از یک زون به زون دیگر به صورت آنی افزایش یا کاهش می یابد.

جدول ۲. صنف بندی احجار نظر به تعداد درزها و کیفیت زغال سنگ RQD (مدنی، ۱۳۹۳).

شمار	صنف بندی	تعداد درزها در یک متر	کیفیت سنگ (RQD) %
۱	بسیار نزدیک	>16	۲۰-۰
۲	نزدیک	۱۰-۱۶	۲۰-۴۰
۳	وسیع	۳-۱۰	۴۰-۷۰
۴	بسیار وسیع	<3	۷۰-۱۰۰

جدول ۳. صنف بندی احجار نظر به خصوصیات میخانیکی (باوری و کیومرثی، ۱۳۸۳).

شماره	خصوصیات میخانیکی	صنف بندی	ضرایب
۱	(RSS)	ضعیف	<8
		متوسط	۸-۱۵
		محکم	>15
۲	(RMR)	خیلی ضعیف	۰-۲۰
		ضعیف	۲۱-۴۰
		متوسط	۴۱-۶۰
		قوی	۶۱-۸۰
		خیلی قوی	۱۰۰-۸۱

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

براساس معلومات جیولوجیکی در معدن زغال سنگ شباشک به تعداد ۲۹ قشر وجود دارد؛ از آن جمله ۹ قشر دارای ضخامت کاری بوده که اندازه ضخامت آن‌ها به‌طور متوسط ۱.۸ متر، میل اقشار در قسمت‌های شرقی تحت زاویه ۳۰ درجه و در قسمت‌های غربی تحت زاویه ۱۳ الی ۱۵ درجه و در عمق متوسط ۶۸۰ متر موقعیت دارد. احجار سقف و کف این اقشار عبارت از سنگ‌های ریگی، الیورولیت‌ها، سنگ‌های ریگی ارگلیت مانند، گراولیت‌ها می‌باشد (میر، ۱۳۹۲). سنگ‌های ریگی، الیورولیت‌ها، سنگ‌های ریگی ارگلیت مانند گل‌های ارگلیت مانند و گراولیت‌ها از جمله احجار رسوبی مستحکمی هستند (سلاوین، ۱۹۸۴). به‌طور خلاصه خصوصیات جیومتری معدن زغال سنگ شباشک در جدول ۳ واضح گردیده است.

جدول ۴. خصوصیات جیومتریکی و کیفیت زغال سنگ شباشک

شماره	خصوصیات جیومتریکی	شرح	نتیجه
۱	شکل جسم معدنی	اقشار زغال سنگ به‌شکل رگه‌ها به فاصله معین از هم قرار گرفته است.	رگه‌ای
۲	ضخامت جسم معدنی	ضخامت اقشار از ۰.۸۵ الی ۲.۷۶ متر متفاوت بوده به‌طور اوسط ضخامت اقشار ۱.۸ متر در نظر گرفته شده است.	نازی
۳	شیب جسم معدنی	میل اقشار در قسمت غربی معدن ۱۵-۱۳ درجه می‌باشد.	کم‌میل
۴	عمق جسم معدنی	اقشار زغال سنگ به‌طور اوسط در عمق ۶۸۰ متری از سطح زمین موقعیت دارد.	عمیق
۵	کیفیت جسم معدنی	از نظر تصنیف‌بندی، جسم معدنی از نوعیت زغال‌سنگ بوده، در ترکیب آن مقدار کاربن ۷۷-۸۴ درصد می‌رسد، حرارت‌دهی آن ۲۷۸۵ کیلوکالوری بر کیلوگرام است.	کیفیت عالی

مقاومت ذاتی زغال سنگ و احجار مجاور آن از نسبت مقاومت فشاری تک محوری و فشار معدنی عمودی بدست آمده است. کثافت زغال سنگ معدن شباشک (۱.۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و مقاومت محوری آن (۲ میگاپاسکال) می‌باشد. احجار سقف و کف اقشار زغال سنگ این معدن، سنگ‌های ریگی و گراولیت‌ها بوده که خصوصیات فیزیکی و میخانیکی احجار ریگی توسط بی تی محمد و همکاران در لابر توار آزمایش گردیده و کمیت آن را به‌طور اوسط ۳۵ میگاپاسکال به‌دست آورده‌اند (Mohamed et al, 2008).

از نظر رتبه‌بندی احجار (RMR)، براساس مطالعه شرایط جیولوجیکی و هایدرو جیولوجیکی ساحه معدن زغال سنگ شباشک، بین طبقات زغال دار شکستگی‌های کوچک به

مشاهده رسیده که به طور عموم در پاچکه‌های مستحکم سنگ‌های ریگی موقعیت دارد. شکستگی‌های متذکره دارای مشخصه تکتونیکی می‌باشد. این گونه شکستگی‌ها در شتولنیه که به منظور عریان سازی حفر گردیده به مشاهده رسیده که امپلیتود بی‌جایی آن به ۵ متر بالغ می‌رسد. از لحاظ هایدروژیولوجی، معدن در منطقه کاهش آب‌های زیرزمینی موقعیت داشته و به طور اوسط دبیت چشمه ها ۰.۲-۰.۳ لیتر در فی ثانیه متغیر است (نیازی، ۱۴۰۲).

جدول ۵. خصوصیات میخانیک زغال سنگ شباشک و احجار مجاور آن

خصوصیات میخانیک احجار کف		خصوصیات میخانیک احجار کف		خصوصیات میخانیک اقشار زغال سنگ	
(RMR)	(RSS)	(RMR)	(RSS)	(RMR)	(RSS)
۶۰	۱۷	۶۰	۱۷	۳۶	۲.۵
متوسط	محکم	متوسط	محکم	ضعیف	خیلی ضعیف

داده‌های حاصله از خصوصیات جیومتری و میخانیک معدن زغال سنگ شباشک وارد نرم‌افزار (UBC Mining Method Selector) گردیده است. طوری که معدن زغال سنگ شباشک دارای مشخصات جیومتریکی: رگه‌ای (Platy)، کم میل (Flat)، ضخامت بسیار باریک (Very Narrow)، عمق بیشتر از ۶۰۰ متر و دارای کیفیت عالی (High) می‌باشد مانند (شکل ۲). مطابق به جدول ۲ مقدار RMR در احجار سقف و کف، انتروال ۴۰-۶۰ (Moderate) را مطابقت نموده؛ اما در اقشار زغال سنگ از لحاظ انتروال ۲۰-۴۰ (Weak) را مطابقت می‌کند (شکل ۳). هم‌چنان نظر به جدول ۲ مقدار RSS در احجار سقف و کف، بیشتر از ۱۷ (Strong) را مطابقت نموده؛ اما در اقشار زغال سنگ کوچکتر از ۸ (Weak) را مطابقت می‌کند (شکل ۴). دیتاهای وارده توسط نرم افزار تجزیه و تحلیل گردیده؛ نتایج آن در Excel ظاهر می‌گردد (جدول ۶). نظر به خصوصیات جیومتریکی، گسترش جزء مفید و خصوصیات میخانیک جسم معدنی و احجار مجاور، برای هر روش امتیازات متعدد در نظر گرفته شده است. بعد از انجام عملیه‌ای جمع، یک یا چند گروپ از روش‌های استخراج، منعیث روش مناسب، براساس رتبه‌بندی امتیازها از بالا به طرف پایین برای معدن مذکور حاصل می‌شود.

روش‌های استخراج، براساس بیش‌ترین و کم‌ترین امتیاز رتبه‌بندی گردیده است. روش استخراج لاوا (جبهه کار طولانی) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. بنابراین نظریه خصوصیات جیومتریکی و میخانیک، روش جبهه کار طولانی برای معدن زغال سنگ شباشک، مناسب‌ترین روش استخراج، به تعقیب آن روش کندن و پرکردن و روش حجره‌ستونی منعیث وریانت مناسب به ترتیب در ردیف دوم و سوم قرار گرفته‌اند (جدول ۷).

UBC Mining Method Selector Data Input

Orebody Shape

- ☐ Equidimensional
- ☒ Platy / Tabular
- ☐ Irregular

Orebody Thickness

- ☒ Very Narrow
- ☐ Narrow
- ☐ Intermediate
- ☐ Thick
- ☐ Very Thick

Orebody Plunge

- ☐ Steep
- ☐ Moderate
- ☒ Flat

Ore Grade

- ☐ Low
- ☐ Moderate
- ☒ High

Orebody Depth

- ☐ < 100m
- ☐ 100m - 600m
- ☒ > 600m

Cancel Next

Misc Info RMR Info RSS Info

شکل ۲. انتخاب خصوصیات جیومتری معدن زغال سنگ شباشک در نرم افزار

UBC Mining Method Selector Data Input

RMR Hanging Wall

- ☐ 0 - 20 (Very Weak)
- ☐ 20 - 40 (Weak)
- ☒ 40 - 60 (Moderate)
- ☐ 60 - 80 (Strong)
- ☐ 80 - 100 (Very Strong)

RMR Ore

- ☐ 0 - 20 (Very Weak)
- ☒ 20 - 40 (Weak)
- ☐ 40 - 60 (Moderate)
- ☐ 60 - 80 (Strong)
- ☐ 80 - 100 (Very Strong)

RMR Footwall

- ☐ 0 - 20 (Very Weak)
- ☐ 20 - 40 (Weak)
- ☒ 40 - 60 (Moderate)
- ☐ 60 - 80 (Strong)
- ☐ 80 - 100 (Very Strong)

Cancel Next

Misc Info RMR Info RSS Info

شکل ۳. انتخاب کمیت RMR زغال سنگ و احجار مجاور آن در نرم افزار

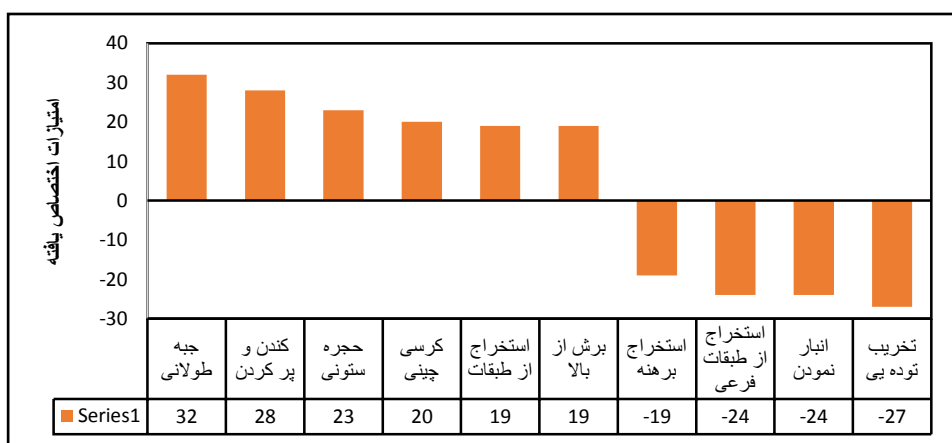
شکل ۴. انتخاب کمیت RSS زغال سنگ و احجار مجاور آن در نرم افزار

جدول ۶. امتیازات اختصاص یافته نظر به خصوصیات جیومتری و میخانیکی جسم معدنی و احجار مجاور آن

روش های استخراج	شکل	شیب	ضخامت	کیفیت	عمق	RMR زغال سنگ	RMR احجار سقف	RMR احجار کن	RMR زغال سنگ	RMR احجار سقف	RMR احجار کن	مجموع
استخراج برهنه	۲	۳	۱	۲	-۴۹	۲	۴	۴	۳	۴	۴	-۱۹
تخریب توده‌یی	۲	۳	-۴۹	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۰	۱	-۲۷
استخراج از طبقات	۴	۲	-۱۰	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۵	۳	۱۹
استخراج از طبقات فرعی	۴	۱	-۴۹	۲	۲	۴	۳	۳	۳	۱	۲	-۲۴
لاوا (جبه طولانی)	۴	۴	۴	۰	۳	۶	۳	۰	۵	۲	۰	-۳۲
حجره ستونی	۴	۴	۴	۰	۲	۰	۳	۰	۰	۶	۰	-۲۳
روش انبار نمودن	۴	-۴۹	۴	۲	۲	۱	۳	۰	۰	۴	۰	-۲۴
روش کندن و پر کردن	۴	۱	۳	۴	۴	۱	۴	۲	۰	۲	۰	-۲۸
روش برش از بالا	۲	۴	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۱	-۱۹
کرسی چینی	۱	۲	۴	۳	۱	۴	۱	۰	۳	۰	۰	-۲۰

جدول ۷. رده‌بندی روش‌های استخراج نظر به سطح امتیاز

شماره	روش‌های استخراج	مجموع امتیازات
۱	لاوا (جبه طولانی)	۳۲
۲	کندن و پر کردن	۲۸
۳	حجره‌ستونی	۲۳
۴	کرسی چینی	۲۰
۵	استخراج از طبقات	۱۹
۶	برش از بالا	۱۹
۷	استخراج برهنه	-۱۹
۸	استخراج از طبقات فرعی	-۲۴
۹	انبار نمودن	-۲۴
۱۰	تخریب توده بی	-۲۷



شکل ۵. رتبه‌بندی روش‌های استخراج با خصوصیات جیومتری و میخانیکی معدن

۴. مناقشه (Discussion)

در طول بهره‌برداری از هر معدن سود و یا زیان که به‌دست می‌آید، تا حدی زیاد به روش استخراج آن بستگی دارد. بنابراین، انتخاب روش استخراج مناسب اهمیت زیادی دارد. اکثری محققان به این باورند که روش استخراج معادن براساس استدلال منطقی و انتخاب مطلوب، در دو مرحله صورت می‌گیرد. انتخاب روش استخراج براساس استدلال منطقی، استوار به شرایط جیولوجیکی و زمین‌شناسی است. این روش توسط محققین متعددی؛ مانند: بوشکوف و رایت،

موریسون، نیکلاس، لایوچر، هارتمن و پوهنتون بریتیش کولمبیا به روش‌های مختلف بیان گردیده است.

تا هنوز توسط هیچ یکی از متخصصان رشته استخراج معدن برای معدن زغال سنگ شباشک روش مناسب تعیین نگردیده است؛ بلکه در حالت کنونی امور استخراجی معدن زغال سنگ شباشک توسط روش‌های سنتی و قدیمی در مسیر سوف در حجرات کوچک به پیش برده می‌شود. در این تحقیق از روش UBC که براساس رتبه‌بندی امتیازدهی عددی استوار بوده استفاده به عمل آمده است. در این روش، نظر به خصوصیات جیومتری و میخانیکی احجار، پرکاربردترین روش استخراج و یا گروپ از روش‌های استخراج، بلندترین امتیاز را به خود اختصاص داده که در این جا نظر به خصوصیات جیومتری و میخانیکی اقشار زغال سنگ و احجار مجاور قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک آن سه روش استخراج (جبه طولانی، کندن و پر کردن و روش حجره‌ستونی) من حیث روش مناسب بدست آمده است. از این سه روش می‌توان یکی آن را من حیث روش مناسب‌تر، با در نظر داشت فکتورهای فنی، تکنالوژی استخراج و شرایط اقتصادی انتخاب نمود.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

با تکمیل تحقیق هذا نتایج ذیل حاصل می‌گردد:

- قاعده نیکولاس آسان‌ترین و پرکاربردترین روش، برای انتخاب سیستم استخراج مناسب معادن در رشته انجنیری معدن می‌باشد؛
- معدن زغال سنگ شباشک یکی از معادن بزرگ افغانستان بوده، که دارای ۲۹ طبقه زغال سنگ با ضخامت متوسط ۱.۸ متر، جهت امتدادی ۲۵۰۰ متر و جهت افتادگی ۱۷۵۰ متر است که از آن جمله ۹ قشر آن کاری می‌باشد؛
- مشخصات جیومتریکی قسمت شمال و شمال شرقی معدن زغال سنگ شباشک با قسمت غربی آن متفاوت است؛
- بر اساس قاعده نیکولاس روش استخراج جبهه طولانی در مرحله اول به تعقیب آن روش‌های استخراج کندن-پردن و حجره-ستونی در مرحله بعدی من حیث مناسب‌ترین روش به منظور استخراج قسمت غربی معدن زغال سنگ شباشک بدست آمده است.

منابع و مأخذ

- اورعی، سید کاظم. (۱۳۹۳). روش‌های استخراج زیرزمینی زغال سنگ. تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چ چهارم.
- سلاوین، و. ا. (۱۹۸۴). جیولوجی عمومی با اساسات جیولوجی افغانستان. ترجمه نجیب‌الله صفدری، مسکو: انتشارات میر. DOI: 10.2458/azu_acku_g2266_h1_seen82_1984
- مدنی، حسن. (۱۳۹۳). تونل‌سازی تحلیل پایداری. جلد ۳. تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- نیازی، عبدالناصر. (۱۴۰۲). طرح‌ریزی استخراج معدن زغال سنگ شباشک. شبرغان: پروژه دیپلوم، پوهنتون جوزجان.
- یاوری، مهدی، کیومرثی، محمدرضا. (۱۳۸۳). تهیه نرم‌افزار به منظور انتخاب روش استخراج - مطالعه موردی کانسار مس چهارگنبد. کنفرانس مهندسی معدن ایران. تهران: دانشگاه تربیت مدرس، ۱-۱۲ <https://sid.ir/paper/806232/fa>
- Bitarafan, M. R., & Ataie, M. (2004). Mining Method Selection by Multiple Criteria Decision Making Tools. *The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*, 493-498.
- Mijalkovski, S., Despodov, Z., Mirakovski, D., Adjiski, V., & Doneva, N. (2022). Application of UBC Methodology for Underground Mining Method Selection. *Underground Mining Engineering*, 15-26.
- Mohamed, Z., Mohamed, K., & Chun, C. G., (2008). Uniaxial Compressive Strength of Composite Rock Material With Respect to Shale Thickness Ratio and Moisture Content. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, (13)A, 1-10.
- Namin, F. S., Shahriar, K., Bascetin, A. T. A. C., Ghodsypour, S. H., (2009). Practical applications from decision-making techniques for selection of suitable mining method in Iran. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi - Mineral Resources Management*.

جلوگیری از فرسایش تجهیزات صنایع کیمیاوی با استفاده از تعمیرات و روش‌های مختلف نگهداری

محمد ناصر نظری

پوهنیار، دیپارتمنت تکنالوژی کیمیاوی، پوهنځی انجنیری، پوهنتون بلخ، مزارشریف، افغانستان.

<https://orcid.org/0009-0008-6435-2714> - nasimazari0011@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۸)

چکیده

در حال حاضر یکی از مشکلات اساسی صنایع کیمیاوی افغانستان، قدیمی بودن و استهلاک شدن تجهیزاتی هستند که در فابریکات از آن به صورت غیر معیاری و با ظرفیت تولیدی کم استفاده می‌گردد. هدف از تحقیق کنونی بررسی تخریبات و فرسایشات است که در تجهیزات صنایع کیمیاوی با توجه به محیط کاری آن اتفاق می‌افتد؛ با در نظر داشت نواقص موجود، راهکارهایی جهت جلوگیری از تخریبات و حوادث ناگوار عملی می‌گردد. به منظور جلوگیری از فرسایش تجهیزات در صنایع کیمیاوی از روش‌های مختلفی هم‌چون پیشگیری و نگهداری پیشگیرانه، تعمیرات تصادفی، مدیریت علمی و تجربی، استفاده از فناوری و مدیریت عمر کاری دستگاه‌ها استفاده به عمل آمده که در نتیجه با اعمال چنین راهکارها، عمر مفید تجهیزات صنایع کیمیاوی افزایش یافته و از توقف ناگهانی، خسارات اقتصادی، تلفات انسانی و آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌شود. از جمله مهم‌ترین فاکتور مدیریت عمر کاری دستگاه‌ها است که به عنوان یک استراتژی بزرگ برای بهره‌گیری مطلوب از تجهیزات در دوره زمانی (از خرید تا استهلاک) مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین در این پژوهش با تأکید بر اهمیت ترکیب همه این عوامل بر افزایش کارایی و استفاده در محیط‌های صنعتی پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: تعمیرات، تجهیزات صنعتی، صنایع، فناوری، نگهداری.

Preventing the erosion of chemical industry equipment using repairs and different maintenance methods

Mohammad Nasir Nazari

Teaching Assistant, Department of Chemical technology, Faculty of Engineering, Balkh University,
Mazar-e-Sharif, Afghanistan.

nasirmazari0011@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0008-6435-2714>

(Received: 23/09/2024 - Accepted: 29/09/2024)

Abstract

Currently, one of the fundamental problems of the chemical industries in Afghanistan is the outdated and worn-out equipment that is used in factories in a non-standard manner and with low production capacity. The aim of the current research is to examine the damages and erosions that occur in the equipment of the chemical industries considering their working environment; taking into account the existing deficiencies, strategies are implemented to prevent damages and unfortunate incidents. In order to prevent the erosion and damage of equipment in the chemical industries, various methods such as preventive maintenance, corrective repairs, scientific and empirical management, the use of technology, and equipment life management are employed. As a result, by implementing such strategies, the useful life of chemical industry equipment is extended, and sudden stoppages, economic losses, human casualties, and environmental pollution are prevented. One of the most important factors is the management of the equipment's lifecycle, which is examined as a major strategy for the optimal use of equipment over the period (from purchase to depreciation). Additionally, this research emphasizes the importance of combining all these factors to enhance efficiency and utilization in industrial environments.

Keywords: Repairs, Industrial Equipment, Industries, Technology, Maintenance.

۱. مقدمه (Introduction)

در حال حاضر، تجهیزات صنایع کیمیای به عنوان ستون های اصلی پروسه تولیدی و عملکرد صنایع به شمار می روند. لذا اهمیت این تجهیزات در انجام عملیات تولیدی و ارائه محصولات و خدمات به وضوح قابل تصور است. از این رو، نگهداری و تعمیرات صحیح تجهیزات صنایع کیمیای از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. تجهیزات صنایع کیمیای به دلیل عمر مفید محدود و انجام فعالیت در شرایط خیلی سخت، در معرض تخریب و فرسایش قرار دارند که می تواند منجر به توقف روند تولید، کاهش کیفیت محصولات و افزایش هزینه مصارف شود. این وضعیت نشان دهنده اهمیت بیشتر نگهداری و تعمیرات صحیح در تجهیزات صنایع می باشد (Turner & Walker, 2020).

برای بهبود نگهداری و تعمیرات، روش های مختلفی از جمله تعمیرات (پیشگرانه، تصادفی و اصلاحی) وجود دارند. از طریق تعمیرات پیشگرانه، با برنامه ریزی منظم و تعمیرات به موقع، از وقوع تخریبات جلوگیری می شود. تعمیرات تصادفی در موقع نیاز و تعمیرات اصلاحی به بازسازی قطعات آسیب دیده و بهبود فعالیت تجهیزات کمک می کند (Clark & Adams, 2023).

در عصر صنعتی و تولیدی امروزه، تجهیزات صنعتی به عنوان افزارهای اساسی در تولید و عرضه کالاها و خدمات نقش بسیار مهمی را ایفاء می کنند. این تجهیزات از دستگاه های پیچیده و دقیق گرفته تا وسایل و قطعات ساده مورد استفاده در خطوط تولید و پروسه های صنعتی تنوع بسیاری دارند. به منظور تضمین سودآوری مطلوب، کاهش تخریبات، افزایش عمر مفید و کاهش هزینه ها، نگهداری و تعمیرات به عنوان عوامل اساسی مطرح می شوند (Johnson & Patel, 2022).

نگهداری و تعمیرات در دسته های مختلفی مانند: نگهداری پیشگیرانه، تعمیرات تصادفی و تعمیرات اصلاحی قرار می گیرند. نگهداری پیشگیرانه به معنای انجام تعمیرات و تجدید نظر دوره ای بر اساس برنامه ریزی، منظم سازی و مانیتورینگ است. این رویکرد به ما اجازه می دهد تا تخریبات پیش از وقوع تشخیص داده شوند و تعمیرات به موقع صورت گیرد. تعمیرات تصادفی در مقابله با تخریبات غیر منتظره و اضطراری انجام می شوند. از طرف دیگر، تعمیرات اصلاحی به تعویض و بهبود قطعات آسیب دیده و بازسازی تجهیزات به منظور بازیابی عملکرد صحیح آنها می پردازند. با توجه به پیچیدگی تجهیزات صنعتی و تاثیر آن ها بر تولید، کیفیت محصولات و سلامت محیط زیست انجام نگهداری و تعمیرات درست و به موقع امری حیاتی است (Brown & Wilson, 2021).

این پژوهش در صنایع افغانستان بنا بر موجودیت فابریکات استهلاک شده که بعضاً در حال از بین رفتن و یا به حالت نیمه فعال هستند، ضروری پنداشته می‌شود، تا با توجه به راهکارهای ارائه شده از تخریبات و نابودی بیشتری تجهیزات صنایع کیمیاوی جلوگیری به عمل آید.

۲. مواد و روش (Material and Method)

این پژوهش به صورت مروری انجام یافته، طوری که می‌دانیم تجهیزات و تمامی دستگاه‌های مورد استفاده در فابریکات اندک موجود در افغانستان به علت جنگ‌های طولانی مدت به شدت آسیب دیده و یا هم بنابر، بی‌توجهی حکومت‌های عبوری و ناپایدار استهلاک و در حالت فرسوده شدن هستند، بناءً لازم است تا با استفاده از راهکارهای علمی و عملی جهت حفاظت بهتر از تجهیزات صنایع کیمیاوی موجود در افغانستان و جلوگیری از تخریبات بیشتر ارائه گردد. برعلاوه در صورت ساخت فابریکات جدید در چارچوب دولتی و خصوصی رعایت این راهکارها جهت محافظت از استهلاک شدن زودهنگام، بلندبردن کیفیت محصولات، افزایش ظرفیت تولیدی و کاهش مصارفات جانبی ضروری پنداشته می‌شود. در شکل (۱) نمای از تجهیزات موجود در فابریکه کود و برق مزار شریف و در شکل (۲) داش دوار فابریکه سمنت غوری واقع در شهر پلخمری نشان داده شده است. طوری که دیده می‌شود این تجهیزات از لحاظ ظاهری در حال فرسوده شدن و در عین حال از ظرفیت تولید آن‌ها نیز کاسته شده است.



۲. داش دوار فابریکه تولید سمنت غوری

شکل ۱. نمای از تجهیزات فابریکه کود و برق

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

با استفاده تحلیل محتوایات شامل مواد و روش کار، روش‌های مختلفی برای جلوگیری از فرسایش تجهیزات صنایع کیمیاوی در نظر گرفته شده است که مهم‌ترین روش‌ها شامل انجام

تعمیرات منظم و برنامه ریزی شده، تعمیرات تصادفی، استفاده از مدیریت دانش و تجارب، استفاده از فناوری های ممکن و مدیریت عمر کاری تجهیزات می باشد:

با انجام تعمیرات منظم و برنامه ریزی شده در انتروال زمانی معین، تخریبات و نواقص از پیش تشخیص داده شده به موقع تعمیرات می گردد. این رویکرد باعث کاهش توقف ناگهانی تولید شده و باعث افزایش عمر مفید تجهیزات می شود. پیشگیری و نگهداری پیشگیرانه یکی از مهم ترین مفاهیم در حوزه مدیریت تجهیزات صنعتی است که به بهبود عملکرد، افزایش عمر مفید و کاهش توقف ناگهانی دستگاه ها کمک می کند.

با استفاده از روش تعمیرات تصادفی که بر مبنای تعمیر تخریبات در مواقع نیاز استوار است، در مواجهه با مشکلاتی آتی و غیر منتظره لحاظ می گردد که از ایجاد خسارات بیشتر جلوگیری می کند. این رویکرد برخلاف رویش پیشگیرانه به صورت عکس العملی انجام می شوند و اغلب در مواقع که تخریبات منجر به توقف تولید، کاهش کیفیت محصول یا خطرات جدی می شوند انجام می گیرند. به طور کلی تعمیرات تصادفی به عنوان یک رویکرد اصلاحی و عاجل در مدیریت تجهیزات به تصحیح و رفع مشکلات ناگهانی و غیرمنتظره می پردازند و در کنار روش های پیشگیرانه و تعمیرات اصلاحی، برای حفظ و بهبود کارایی تجهیزات از اهمیت خاص برخوردار هستند.

با استفاده از راهکار مدیریت دانش و تجارب، می توان تجربه و دانش کسانی که به تعمیرات و نگهداری تجهیزات مشغول به کار هستند، به طور منظم مشکلات را جمع آوری نموده و با کارمندان به اشتراک گذاشت. مدیریت دانش و تجربه به معنی جمع آوری، ذخیره سازی، به اشتراک گذاری، استفاده و تطبیق دانش و تجارب مرتبط به تعمیرات و نگهداری تجهیزات است. این رویکرد می تواند در کاهش زمان تعمیرات و ارتقاء کیفیت عملکرد تجهیزات موثر باشند. همچنین مدیریت دانش و تجارب به تعمیرات و نگهداری تجهیزات کمک می کند تا از تجارب گذشته بهره برداری گردد.

بهره برداری از فناوری های پیشرفته مانند حسگرها، سیستم های پیش بینی کننده تخریب و نرم افزارهای مدیریت تعمیرات، به بهبود اطلاعاتی در مورد وضعیت تجهیزات و اجازه به تصمیم گیری بهتر در رابطه به تعمیرات کمک می کند. استفاده از فناوری در مدیریت تجهیزات صنعتی نقش مهمی در بهبود نگهداری و تعمیرات ایفا می کند. این رویکرد با بهره برداری از ابزارها، سیستم ها و فناوری های مدرن، به تشخیص و پیش بینی مشکلات، بهبود عملکرد و افزایش بهره برداری در تعمیرات کمک می کند. استفاده از فناوری در مدیریت تجهیزات، بهبود

عملکرد، دقت تشخیص، کیفیت تعمیرات را افزایش داده و باعث کاهش مصارفات جانبی می‌شود. این فناوری‌ها به تکنسین‌ها و مدیران ابزارهای قدرتمندی را برای بهره‌برداری بهتر از تجربیات و اطلاعات فراهم می‌سازد.

رویکرد مدیریت کاری بر مبنای مدیریت کامل دوره عمر تجهیزات از زمان خرید تا فرسوده شدن می‌پردازد، که شامل تصمیم‌گیری در مورد تجدیدنمودن و بازسازی می‌شود. مدیریت عمرکاری به معنای مدیریت کامل دوره زمانی از خرید تا استهلاک شدن را در بر می‌گیرد. این رویکرد در مورد بهره‌برداری از تجهیزات در طول عمر آنها، بهبود کارایی و کاهش مصارفات در طول زمان کاری تجهیزات می‌پردازد. با استفاده از این رویکرد می‌توان بهره‌برداری و عمر مفید تجهیزات را افزایش داده و هزینه مصارف را کاهش داد.

از این‌که در ایجاد و ساخت یک فابریکه تولیدی، در کنار مواد خام، منابع انرژی و تأمین منابع آب یکی از فاکتورهای مورد نیاز اساسی است و مصارف هنگفتی روی آن نیز صورت می‌گیرد؛ خریداری تجهیزات اساسی و کمکی برای انجام پروسه مربوطه است که بیشترین هزینه را خریداری تجهیزات در بر می‌گیرد. بناءً لازم است تا اصول تعمیرات و نگهداری که برای دوام کاری تجهیزات ضروری پنداشته می‌شود، رعایت گردد. با مطالعات که در زمینه انجام گردید، راهکارهای اساسی را می‌توان جهت افزایش عمر مفید و مداومت کاری تجهیزات، جلوگیری از حوادث ناگوار و زیان‌های اقتصادی قرار شرح زیر در نظر گرفت:

۱.۳. پیشگیری و نگهداری پیشگیرانه

این روش بر اصولی استوار است که با انجام تعمیرات منظم و برنامه‌ریزی شده در انتروال زمانی معین، تخریبات و نواقص از پیش تشخیص داده شده و تعمیرات به موقع انجام می‌گردد. این رویکرد باعث کاهش توقف ناگهانی تولید و افزایش عمر مفید تجهیزات می‌شود. پیشگیری و نگهداری پیشگیرانه یکی از مهم‌ترین مفاهیم در حوزه مدیریت تجهیزات صنعتی است که به بهبود عملکرد، افزایش عمر مفید و کاهش توقف ناگهانی دستگاه‌ها کمک می‌کند. در این روش، تعمیرات و تجدید نظر منظم و به موقع براساس برنامه‌ریزی دقیق انجام می‌شوند (Smith & Johnson, 2018).

اصلی‌ترین ویژگی‌های رویکرد پیشگیری و نگهداری پیشگیرانه عبارت است از:

- **برنامه‌ریزی دوره‌ای:** در این روش، تعمیرات و مراقبت از تجهیزات در انتروال زمانی معین انجام می‌شوند. این امر باعث می‌گردد تا تجهیزات به‌طور منظم مورد بررسی قرار گیرند و تخریبات پیش از اینکه به مشکلات بزرگ تبدیل شوند، تشخیص داده شوند.

- نگهداری پیشگیرانه براساس وضعیت: در این رویکرد، از حسگرها و دستگاه‌های مانیتورینگ برای مشاهده وضعیت و عملکرد تجهیزات استفاده می‌شود. اطلاعات جمع‌آوری شده به تصمیم‌گیری در مورد زمان تعمیرات و نگهداری کمک می‌کند (Smith & Johnson, 2022).
- منظم‌سازی و تعمیرات موقعی: در این رویکرد، برنامه‌ریزی به گونه‌ای انجام می‌شوند که تعمیرات و تجدید نظرهای موقعی با کاهش توقف تولید، همراه باشد. درواقع، این روش از توقفات ناگهانی و عدم توقع جلوگیری می‌کند.
- استفاده از داده‌ها و تحلیل‌ها: جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مربوط به عملکرد تجهیزات به تصمیم‌گیری بهتر در مورد زمان تعمیرات کمک می‌کند. این اطلاعات می‌تواند شامل پروسه‌های کاری، حرارت، فشار و سایر پارامترهای مرتبط به تجهیزات باشد.
- کاهش مصارفات و تعمیرات اضطراری: با انجام تعمیرات منظم و به موقع، هزینه‌های تعمیرات اضطراری کاهش یافته و عملکرد مورد نظر در تجهیزات حفظ می‌شود (Davis & Collins, 2023).
- افزایش عمر مفید تجهیزات: با اجرای منظم اقدامات تعمیر و نگهداری به موقع، عمر مفید تجهیزات صنعتی افزایش می‌یابد که در نتیجه مصارف مرتبط به تعویض دستگاه‌ها نیز کاهش پیدا می‌کند (Martinez & Foster, 2021).

۲.۳. تعمیرات تصادفی

این روش بر مبنا تعمیر و تصحیح تخریبات در مواقع نیاز و ظاهر شدن تخریب به‌صورت ناگهانی انجام می‌شود، که این نوع تعمیرات در مواجهه با مشکلاتی آتی و غیر منتظره لحاظ می‌گردد و از ایجاد خسارات بیشتر نیز جلوگیری می‌کند. به عبارت دیگر، تعمیرات تصادفی به تعمیرات اطلاق می‌گردد که در پیشگیری مشکلات ناگهانی و غیر منتظره انجام می‌شوند. در این روش هدف اصلی اصلاح تخریبات و رفع نواقصی است که به صورت غیر منتظره در تجهیزات رخ می‌دهند. برخلاف روش‌های پیشگیرانه، تعمیرات تصادفی به صورت عکس‌العملی انجام می‌شوند و اغلب در مواقع که تخریبات منجر به توقف تولید، کاهش کیفیت محصول یا خطرات جدی می‌شوند، انجام می‌گیرند (Johanson & White, 2020).

ویژگی‌ها و جنبه‌های اصلی تعمیرات تصادفی به شرح زیر است:

- **عکس‌العمل به موقع:** تعمیرات تصادفی به موقع انجام می‌شوند تا جلوی خطرات احتمالی و توقف ناگهانی در پروسه تولیدی، گرفته شود؛
 - **حل مشکلات عاجل:** در صورتی که تخریبات و مشکلات در دستگاه‌ها بروز نماید، تعمیرات تصادفی به صورت فوری اجرا می‌گردد تا مؤثریت پروسه تولیدی، حفظ گردد (Lee and Patel, 2023)؛
 - **کاهش مصارف:** تعمیرات تصادفی می‌توانند هزینه‌های جانبی را که به دلیل توقف تولید بوجود می‌آید، کاهش دهند. با رفع مشکل به طور سریع از افت کیفیت محصولات و مصارف تعمیرات اضطراری، جلوگیری می‌شود؛
 - **مهارت و تخصص:** تکنالژیست‌ها و تیم‌های تعمیرات باید دارای مهارت‌ها و تخصص لازم برای تشخیص و رفع مشکلات فوری باشند؛
 - **تأثیر بر بهره‌برداری:** انجام تعمیرات تصادفی ممکن است منجر به توقف کوتاه مدت تولید یا سودآوری کمتر در پروسه تولید شود.
- به طور کلی تعمیرات تصادفی به عنوان یک رویکرد اصلاحی و عاجل در مدیریت تجهیزات به تصحیح و رفع مشکلات ناگهانی و غیر منتظره می‌پردازند و در کنار روش‌های پیشگیرانه و تعمیرات اصلاحی، برای حفظ و بهبود کارایی تجهیزات از اهمیت خاص برخوردار اند (Williams & Turner, 2022).

۳.۳. مدیریت دانش و تجربه

این رویکرد بر اصل تجربه و دانش تأکید می‌کند. کسانی که به تعمیرات و نگهداری تجهیزات مشغول به کار هستند؛ باید به طور منظم مشکلات پیش آمده در ابعاد مختلف را جمع‌آوری نموده و به اشتراک بگذارند. این روند باعث افزایش دقت در تشخیص مشکلات و انجام تعمیرات به درستی می‌شود. مدیریت دانش و تجربه به معنی جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، به اشتراک‌گذاری، استفاده و تطبیق دانش و تجارب مرتبط به تعمیرات و نگهداری تجهیزات است. هم‌چنین، این روش بر این اساس استوار است که تجربیات و دانش که تکنالژیست‌ها و کارشناسان در طول زمان به دست می‌آورند، می‌تواند به بهبود فعالیت، دقت در تشخیص و رفع مشکلات منجر شود. برخوردهای کمک‌کننده که به اشتراک گذاشته می‌شوند، می‌توانند در کاهش زمان تعمیرات و ارتقای کیفیت عملکرد تجهیزات مؤثر باشند (Lee & Patel, 2023).

نکات کلیدی مدیریت دانش و تجربه عبارت است از:

- **جمع‌آوری دانش:** این پروسه شامل تجربیات، اطلاعات و راهکارهای مربوط به تعمیرات و نگهداری تجهیزات است. این می‌تواند از طریق گزارش تعمیرات، مراکز معلوماتی و سیستم‌های مدیریت تجارب انجام شود.
- **ذخیره‌سازی و سازمان‌دهی دانش:** دانش و تجارب باید به‌طور منظم ذخیره‌سازی و سازمان‌دهی شوند، تا به راحتی در دسترس باشند. این می‌تواند با استفاده از سیستم مدیریت دانش یا مراکز معلوماتی اداره مرتبط صنایع انجام شود (Davis & Collins, 2023).
- **به اشتراک‌گذاری دانش:** تجارب و دانش موجود باید به‌طور فعال با اعضای تیم به اشتراک گذاشته شوند. این کار می‌تواند از طریق جلسات مرتبط به اشتراک‌گذاری تجارب، دوره‌های آموزشی و یا به‌صورت آنلاین صورت گیرد؛
- **استفاده از دانش:** دانش و تجارب باید در تصمیم‌گیری و پروسه تعمیراتی مورد استفاده قرار گیرند. تکنسین‌ها می‌توانند از تجربیات قبلی در تشخیص سریع مشکلات و انجام تعمیرات استفاده کنند؛
- **تطبیق و به‌روزرسانی دانش:** با توجه به تغییرات در تجهیزات، فناوری و پروسه، دانش و تجارب باید به‌روزرسانی شده و تطبیق داده شوند؛ تا در ادامه مؤثر و مفید باشند (Clark & Adams, 2023).
- مدیریت دانش و تجارب به تعمیرات و نگهداری تجهیزات کمک می‌کند؛ تا از تجارب گذشته بهره‌برداری و از زمان و مصارف صرفه‌جویی کرده، عملکرد بهتری را ایجاد کنند (Chen et al, 2020).

۴.۳. استفاده از تکنالوژی

بهره‌برداری از فناوری‌های پیشرفته مانند حسگرها، سیستم‌های پیش‌بینی‌کننده تخریب و نرم‌افزارهای مدیریت تعمیرات، به بهبود اطلاعاتی در مورد وضعیت تجهیزات و اجازه به تصمیم‌گیری بهتر در رابطه به تعمیرات، می‌انجامد. استفاده از فناوری در مدیریت تجهیزات صنعتی نقش مهمی در بهبود نگهداری و تعمیرات ایفاء می‌کند. این رویکرد با بهره‌برداری از ابزارها، سیستم‌ها و فناوری‌های مدرن، به تشخیص و پیش‌بینی مشکلات، بهبود عملکرد و افزایش بهره‌برداری در تعمیرات، کمک می‌کند (Gonzalez & Miller, 2021).

- **حسگرها و مانیتورینگ:** از حسگرها برای نظارت بر وضعیت تجهیزات و جمع‌آوری داده‌ها استفاده می‌شود. این اطلاعات به تجربیات تکنسین‌ها اضافه می‌شوند تا به تشخیص مشکلات و پیش‌بینی تخریبات کمک کنند (Roberts & Garcia, 2020).
 - **سیستم‌های پیش‌بینی تخریب:** با تحلیل داده‌های حسگرها و سیستم‌های مانیتورینگ، سیستم‌های پیش‌بینی تخریب می‌توانند الگوها و تغییرات ناگهانی را تشخیص داده و هشدار دهند؛
 - **نرم‌افزارهای مدیریت تعمیرات (CMMS):** این نرم‌افزارها به مدیران امکان می‌دهند تعمیرات و نگهداری را برنامه‌ریزی، ردیابی و مدیریت کنند. هم‌چنین، اطلاعات تجارب قبلی را جمع‌آوری و انشتار می‌دهند؛
 - **تکنالوژی IOT:** این تکنالوژی به تجهیزات اجازه می‌دهد تا با یکدیگر و با شبکه‌های دیگر ارتباط برقرار کنند. این به تجزیه و تحلیل داده‌های دقیق‌تر، تشخیص مشکلات و کاهش زمان توقف تولید کمک می‌کند (Roberts & Garcia, 2020).
 - **تحلیل داده‌ها و هوش مصنوعی (AI):** با تحلیل حجم زیادی از داده‌های جمع‌آوری شده، سیستم‌ها می‌توانند الگوهای پنهان و تغییرات در رفتار تجهیزات را شناسایی کرده و پیش‌بینی دقیق‌تری ارائه دهند (Clark & Adams, 2023).
 - **رباتیک و خودکارسازی:** استفاده از ربات‌ها و دستگاه‌های خودکار برای انجام تعمیرات و نگهداری در موقعی که دسترسی آسان نیست، به کاهش ریسک برای تکنسین‌ها و افزایش کارایی کمک می‌کند (Lee & Patel, 2023).
- استفاده از فناوری در مدیریت تجهیزات بهبود عملکرد، دقت تشخیص، کیفیت تعمیرات را افزایش داده و باعث کاهش مصارف جانبی می‌شود. این فناوری‌ها به تکنسین‌ها و مدیران، ابزارهای قدرتمندی را برای بهره‌برداری بهتر از تجربیات و اطلاعات، فراهم می‌سازد (Johanson & White, 2020).

۵.۳. مدیریت عمر کاری

این رویکرد بر مبنای مدیریت کامل دوره عمر تجهیزات از زمان خرید تا فرسوده شدن می‌پردازد که شامل تصمیم‌گیری در مورد تجدید نمودن و بازسازی، می‌شود. مدیریت عمر کاری به معنای مدیریت کامل دوره زمانی از خرید تا استهلاک شدن را در بر می‌گیرد. این رویکرد در مورد بهره‌برداری از تجهیزات در طول عمر آنها، بهبود کارایی و کاهش مصارف در طی زمان کاری تجهیزات، می‌پردازد (Martinez & Foster, 2021).

- **طراحی و خرید:** در مرحله ابتدایی، انتخاب تجهیزات با کیفیت و قابلیت های مورد نیاز برای پروسه های تولید بسیار مهم است. این انتخابات باید با توجه به نیازها و عمر مفید پیش بینی شده تجهیزات، انجام شود؛
- **نصب و راه اندازی:** نصب و راه اندازی درست تجهیزات باعث کاهش تخریبات احتمالی در دوره عمر کاری آن ها، می شود؛
- **نگهداری و تعمیرات:** تعمیرات پیشگیرانه و اصلاحی با توجه به برنامه ریزی دقیق، مانیتورینگ مداوم و بهره برداری از دانش تکنسین ها به بهبود عملکرد و افزایش عمر مفید تجهیزات کمک می کند؛
- **ارتقاء و به روز رسانی:** با گذر زمان، تکنالوژی و نیازها تغییر می کنند. ارتقاء و به روز رسانی تجهیزات به جدیدترین تکنالوژی نیازها و عمر مفید آن ها را افزایش می دهد (Smith & Johnson, 2022)؛
- **سفارش دهی:** در برخی موارد، تغییر نیازها ممکن است نیاز به سفارش بعضی تجهیزات داشته باشد تا بهره برداری بهترتر از آن صورت گیرد (Johnson & Patel, 2022)؛
- **نگهداری به موقع:** بهره برداری از دانش و تجارب تکنسین ها در انجام نگهداری منظم و به موقع می تواند به جلوگیری تخریب ها کمک کند؛
- **استهلاک:** در انتهای دوره عمر کاری تجهیزات، تصمیم به دور کردن تجهیزات مستهلک شده گرفته می شود. این تصمیم باید با توجه به عملکرد تجهیز و تکنالوژی جدید اتخاذ شود (Turner & Walker, 2020).

مدیریت عمر کاری به ارتقاء بهره برداری، افزایش عمر مفید، کاهش هزینه ها و بهبود استفاده از تجهیزات در طول زمان کمک می کند. این رویکرد درک کاملی از دوره زمانی از خرید تا استهلاک شدن تجهیزات را نیازمند می سازد و از تخصص مختلف مدیران استفاده می کند (Chen et al, 2020).

۴. مناقشه (Discussion)

استفاده از رویکردهای متذکره به منظور نگهداری و کارآیی بهتر تجهیزات صنایع کیمیای مفید بوده و اعمال آن در فابریکات موجود در افغانستان ضروری است. در مقایسه با پژوهش قهرمانی و همکاران (۱۳۸۷) که تحقیقی را تحت عنوان تجزیه و تحلیل نواقص تجهیزات در یک پروسه تولیدی صنایع نفت و گاز انجام دادند، به این نتیجه دست یافتند که ۳۰ موارد از

نواقص را که شامل شکسته شدن لبه‌ها و پره‌های پمپ‌ها، سخت شدن وال‌های کنترل فشار، خوردگی پایپ‌ها و تجهیزات که در معرض محیط‌های خورنده قرار داشتند در سه ماه کاری به ثبت رساندن. با این حال می‌توان از راهکارهای یادشده در این تحقیق در تمامی فابریکات تولیدی جهت کاهش ضایع شدن مواد خام، هزینه تجدیدنمودن، توقف پروسه تولید در صورت نیاز به تعمیرات طولانی مدت باشد، انفجارات، تلفات انسانی، آلودگی محیط فابریکه و افزایش کیفیت محصولات استفاده نمود. در نهایت با اعمال این راهکارها به صورت داوامدار می‌توان از فعالیت فابریکه و خطرات متوقعه اطمینان کامل داشت که در نتیجه تمامی کارمندان می‌توانند با آرامش خاطر به فعالیت شبانه روزی در فابریکه ادامه دهند.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

در این پژوهش اهمیت برنامه‌ریزی دقیق و بهبود نگهداری و تعمیرات در تجهیزات صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است. تجهیزات صنعتی اساسی‌ترین عناصر تولید و عملکرد موفق فابریکات بوده و بهره‌برداری مطلوب از آن‌ها مستلزم توجه به جنبه‌های مختلف نگهداری و تعمیرات است. با تمرکز بر روش‌های پیشگیرانه و نگهداری پیشگیرانه می‌توان به بهبود عمر مفید تجهیزات دست یافت و توقف ناگهانی تولید را به حداقل رساند. تعمیرات تصادفی نیز در مواقع فوری و غیر منتظره می‌توانند به رفع مشکلات و کاهش اختلالات ناگهانی کمک‌کننده باشند. مدیریت دانش و تجربه تکنسین‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است و با اشتراک‌گذاری اطلاعات و تجارب قبلی، می‌تواند از مشکلات گذشته یادآوری نموده و در تصمیم‌گیری‌های آینده به صورت بهتر عمل کرد.

استفاده از فناوری‌ها از جمله حسگرها و هوش مصنوعی به دستاوردهای جدیدی در تشخیص، پیش‌بینی و رفع مشکلات تجهیزات منجر می‌شود. به کمک مدیریت عمر کاری، از تجهیزات موجود در پروسه تولیدی با توجه به حداکثر دوره کاری آن استفاده مطلوب صورت می‌گیرد. این استراتژی باعث بهبود کارایی تجهیزات، کاهش مصارف جانبی و افزایش بهره‌برداری از تجهیزات می‌شود. در نتیجه به طور کلی، ترکیب همه این عوامل از جمله پیشگیری، تعمیرات، مدیریت دانش، فناوری و مدیریت عمر کاری می‌توانند به بهره‌برداری بهتر از تجهیزات صنعتی و دستیابی به عملکرد مطلوب در محیط‌های تولیدی کمک کنند.

با توجه به تأکید بر اهمیت بهبود نگهداری و تعمیرات در تجهیزات صنعتی، پنج پیشنهاد علمی به منظور افزایش کارایی و بهره‌برداری در محیط‌های صنعتی ارائه می‌شود:

✓ پیشگامی در رویکردهای پیشگیرانه؛

- ✓ استفاده مطلوب از تکنالوژی نوین؛
- ✓ توسعه نرم افزارهای مدیریت تعمیرات؛
- ✓ آموزش و آشنایی با تکنالوژی جدید؛
- ✓ ترویج فرهنگ پیشگیری و بهره برداری.

منابع و مآخذ

- Brown, M., Wilson, S. (2021). Effective implementation of preventive maintenance for industrial equipment, *Maintenance and Reliability Journal*, 32: 75-91.
- Chen, X., Xu, L., Cai, H. (2020). Predictive maintenance using machine learning techniques: A review, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 138: 106598
- Clark, K., Adams, L. (2023). Realizing cost savings through proactive maintenance practices in industrial operations, *International Journal of Operations and Production Management*, 28: 856-873.
- Davis, G., Collins, P. (2023). Efficient resource allocation for maintenance of complex industrial systems, *Journal of Industrial Systems and Management*, 52: 80-98.
- Gonzalez, A., Miller, D. (2021). Integration of IoT and AI for smart industrial equipment maintenance, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17: 2070-2085.
- Johnson, M., Patel, K. (2022). Robotic applications in maintenance and repairs of industrial machinery, *Robotics and Automation Letters*, 6: 612-629.
- Johnson, C., White, E. (2020). Optimizing equipment lifespan: A study of maintenance strategies in industrial settings, *International Journal of Industrial Engineering*, 25: 315-332.
- Lee, H., Patel, R. (2023). Predictive maintenance techniques for industrial equipment: A comprehensive review, *Journal of Predictive Maintenance and Engineering*, 7: 28-47.
- Martinez, S., Foster, A. (2021). Harnessing knowledge management for enhanced industrial equipment maintenance, *Journal of Knowledge Management*, 15: 892-910.
- Roberts, L., Garcia, M. (2020). Data-driven decision making for industrial equipment maintenance and repairs, *Journal of Data Science and Analytics for Maintenance*, 12: 145-163.
- Smith, J.A., Johnson, B.D. (2022). Enhancing industrial equipment reliability through proactive maintenance strategies, *Journal of Reliability Engineering*, 18: 120-138.
- Smith, J.A., Johnson, B.D. (2018). The impact of preventive maintenance on equipment reliability and operational performance, *International Journal of Production Research*, 56: 2960-2975.
- Turner, E., Walker, N. (2020). Emerging trends in industrial equipment life cycle management, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17: 340-356.

Williams, P., Turner, R. (2022). Advanced techniques in failure prediction and fault detection for industrial equipment, Journal of Industrial Asset Management, 39: 312-330.

راهکار نوین برای بهبود کیفیت هوا: نمونه اولیه دستگاه تصفیه کننده هوا

علی مسلم امیری^{۱*}، تسلا خوشگوار^۲، روح الله فیاض^۳

۱. پوهنیار، دیپارتمنت انجنیری آب و محیط زیست، پوهنځی انجنیری معادن و محیط زیست، پوهنتون بلخ، مزار شریف، افغانستان (نویسنده مسؤول). alimuslimamiri@yahoo.com - <https://orcid.org/0009-0007-6280-8899>

۲. فارغ لیسانس، دیپارتمنت انجنیری آب و محیط زیست، پوهنځی انجنیری معادن و محیط زیست، پوهنتون بلخ، مزار شریف، افغانستان. tasalakhushguar3@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0001-4761-4099>

۳. نامزد پوهنیز، دیپارتمنت انجنیری آب و محیط زیست، پوهنځی انجنیری معادن و محیط زیست، پوهنتون بلخ، مزار شریف، افغانستان. rohullahfaiyaz@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0003-2086-1238>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۸)

چکیده

آلودگی هوا به یکی از چالش‌های عمده دهه‌های اخیر مبدل شده که اثرات شدید و مسموم‌کننده‌ای بر صحت انسان و محیط‌زیست دارد. در جهان امروزی که آلودگی گسترده هوا و پیامدهای غیرقابل جبران آن بر بشریت و اکوسیستم‌ها آشکار است، نیاز به فیلترهای هوا، بیش از پیش احساس می‌شود. فیلتر هوا وسیله‌ای است که ذرات مضر را از هوا جدا کرده و هوای آلوده را به هوای پاک و عاری از آلودگی تبدیل می‌کند. با پیشرفت تکنالوژی، تلاش‌ها برای توسعه فیلترهای با کیفیت بالا و ظرفیت زیاد که توانایی تصفیه هوا را به بهترین شکل ممکن داشته باشند، افزایش داده است. با این حال، هزینه بلند این پروژه یک چالش قابل توجه محسوب می‌شود. این تحقیق با استفاده از روش کتابخانه‌ای و مقایسه‌ای انجام شده و هدف آن طراحی و ساخت یک واحد تصفیه هوای قابل حمل با استفاده از فیلترهای HEPA و کاربن فعال می‌باشد. هدف این که یک دستگاه مؤثر و با هزینه کم طراحی شود که توانایی تأمین هوای پاک را در محیط‌های بسته و جمعی؛ مانند: سالن‌ها، مراکز آموزشی، مراکز خرید و رستوران‌ها داشته باشد. در نتیجه تلاش‌های محققین، یک از نمونه اولیه مطلوب از این دستگاه ساخته شد و کار روی توسعه ظرفیت و کارایی آن همچنان ادامه دارد. تیم تحقیقاتی متعهد بوده که نتایج این پروژه و دستگاه ساخته شده بتواند آگاهی را در مورد اهمیت هوای پاک و محیط عاری از آلودگی افزایش دهد. همچنان، امیدوارند این پروژه منبع الهام برای محققین جوانی باشد که در عرصه محیط‌زیست و کیفیت هوا فعالیت می‌کنند. توسعه یک دستگاه تصفیه هوا مبتنی بر فیلتر HEPA و کاربن فعال یک رویکرد عملی و مؤثر برای کاهش اثرات آلودگی هوا در محیط‌های داخلی می‌باشد. این پروژه نه تنها کیفیت زندگی و صحت عامه را بهبود می‌بخشد؛ بلکه می‌تواند به عنوان یک الگو برای توسعه تکنالوژی‌های پایدار در سطح جهانی مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: محیط‌زیست، آلودگی هوا، دستگاه تصفیه هوا، فیلتر HEPA، کاربن فعال.

A New Solution To Improve Air Quality: A Prototype Of Air Purifier

Ali Muslim Amiri^{1*}, Tasala Khushguar², Rohullah Fayaz³

1*. Teaching Assistant, Department of Water and Environmental Engineering, Faculty of Mining and Environmental Engineering, Balkh University, Mazar-e-Sharif (Corresponding Author).
alimuslimamiri@yahoo.com – <https://orcid.org/0009-0007-6280-8899>

2. Bachelor, Department of Water and Environmental Engineering, Faculty of Mining and Environmental Engineering, Balkh University, Mazar-e-Sharif.
tasalakhushguar3@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0001-4761-4099>

3. Instructor, Department of Water and Environmental Engineering, Faculty of Mining and Environmental Engineering, Balkh University, Mazar-e-Sharif, Afghanistan.
rohullahfaiyaz@gmail.com – <https://orcid.org/0009-0003-2086-1238>

(Received: 02/09/2024 - Accepted: 18/12/2024)

Abstract

Air pollution has become one of the major challenges of recent decades, having severe and toxic effects on human health and the environment. In today's world, where widespread air pollution and its irreparable consequences on humanity and ecosystems are evident, the need for air filters is felt more than ever. An air filter is a device that separates harmful particles from the air and transforms polluted air into clean, unpolluted air. With the advancement of technology, efforts to develop high-quality and high-capacity filters that can purify air in the best possible way have increased. However, the high cost of this process is considered a significant challenge. This research was conducted using library and comparative methods, and its goal is to design and construct a portable air purification unit using HEPA and activated carbon filters. The goal is to design an effective and low-cost device that can provide clean air in enclosed and crowded environments such as halls, educational centers, shopping centers, and restaurants. As a result of the researchers' efforts, a desirable prototype of this device was built, and work on enhancing its capacity and efficiency continues. The research team is committed to ensuring that the results of this project and the developed device can raise awareness about the importance of clean air and an unpolluted environment. They also hope that this project will be a source of inspiration for young researchers working in the field of environment and air quality. The development of an air purifier based on HEPA and activated carbon filters is a practical and effective approach to reducing the effects of air pollution in indoor environments. This project not only improves the quality of life and public health; it can also serve as a model for the development of sustainable technologies on a global level.

Keywords: Environment, Air Pollution, Air Purifier, HEPA Filter, Activated Carbon.

۱. مقدمه (Introduction)

آلودگی هوا از جمله معضلات است که امروزه تمام جهان را به چالش کشانیده که عبارت اند از وجود یک و یا چندین ذرات آلوده کننده در هوای آزاد به آن مقدار مدت و ویژگی‌های که برای انسان‌ها، گیاهان و حیوانات خطرناک بوده، به‌طور غیرقابل قبول مانع پیشبرد امور زندگی در حال حاضر و یا آینده گردد؛ بنابراین، به‌طور کلی آلودگی هوا به معنی حضور یک یا چندین ماده خارجی در هوا می‌باشد.

آلودگی هوا به یکی از معضلات اصلی محیط‌زیستی و بهداشتی جهان تبدیل شده است. رشد سریع شهرنشینی، افزایش تعداد موتورها، فعالیت‌های صنعتی و استفاده از سوخت‌های فوسیلی، منجر به افزایش سطح آلاینده‌های خطرناکی، همچون ذرات معلق که قطر کمتر از ۱۰ میکرون و ذرات معلق کمتر از ۲.۵ میکرون (PM2.5) و (PM10)، ترکیبات عضوی فرار (VOC) و گازهای سمی مانند NOx و SO₂ شده (WHO, 2021)، این آلودگی‌ها علاوه بر اثرات مخرب بر سلامت انسان، موجب تخریب اکوسیستم‌ها و تغییرات اقلیمی نیز می‌شوند (Kampa & Castanas, 2008). طبق گزارش WHO، آلودگی هوا سالانه میلیون‌ها مرگ زودرس در جهان را به همراه دارد (WHO, 2021).

برای مقابله با این چالش، دستگاه‌های تصفیه‌کننده هوا به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم در بهبود کیفیت هوا در محیط‌های داخلی شناخته می‌شوند. در میان تکنالوژی‌های موجود، استفاده از فیلتر هپا (HEPA) و کربن فعال از جمله مؤثرترین روش‌ها در حذف ذرات معلق و آلاینده‌های شیمیایی است (Chen et al, 2020). فیلتر هپا قادر به حذف ذرات میکروسکوپی با اندازه‌های بسیار کوچک (تا ۰.۳ میکرون) است، در حالی‌که کربن فعال با قابلیت جذب آلاینده‌های گازی و بوهای نامطبوع، تکمیل‌کننده عملکرد این سیستم‌ها است (Gupta et al, 2019).

با این حال، چالش‌های موجود در طراحی این دستگاه‌ها، ازجمله کاهش مصرف انرژی، بهینه‌سازی کارایی و مقرون به صرفه بودن برای تولید انبوه، نیازمند تحقیقات بیشتر و ارائه راهکارهای نوآورانه است (Lee & Hsu, 2020).

این تحقیق به دنبال طراحی و ساخت نمونه از اولیه یک دستگاه تصفیه‌کننده هوا مبتنی بر فیلتر هپا و کربن فعال است که با بهره‌گیری از طراحی نوآورانه، علاوه بر حذف کارآمد آلاینده‌ها، از نظر اقتصادی و مصرف انرژی بهینه باشد. تمرکز این تحقیق بر بهبود عملکرد دستگاه از طریق افزایش بازدهی فیلترها، کاهش آلودگی صوتی دستگاه و افزایش طول عمر اجزا خواهد بود (Zhao et al. 2021).

این تحقیق که به صورت کتابخانه‌ای و مقایسه‌ای بوده، اهداف اصلی آن بررسی و تحلیل کارایی فیلتر هپا، کرین فعال در حذف انواع آلاینده‌های هوا، طراحی و ساخت نمونه از اولیه دستگاه تصفیه کننده هوا با استفاده از این فیلترها، ارزیابی عملکرد دستگاه در شرایط مختلف و مقایسه آن با دستگاه‌های تجاری موجود، تحلیل اقتصادی و امکان‌سنجی تولید انبوه این دستگاه و در نهایت ساخت دستگاه تصفیه کننده هوا است.

اولین کاربرد تصفیه کننده‌های هوا به قرن شانزدهم باز می‌گردد. در آن زمان استفاده از ماسک‌های پوشاننده دهان و بینی برای فلتر کردن گازها، بخارات یا ذرات گرد و غبار صورت می‌گرفت. در قرن شانزدهم لئوناردو داوینچی فلتر پارچه‌ای آغشته به آب را ساخت تا از آن‌ها در برابر گازهای سمی و دود ناشی از تفنگ‌های‌شان محافظت کند. سپس در سال ۱۸۷۹ میلادی هاتسون هرد ماسک جدید را به نام خود به ثبت رساند. دهه ۱۹۰۰ میلادی تغییرات جدی در فلترهای هوا ایجاد شد؛ علاوه بر کاربردهای تهویه مطبوع که فقط براساس ماسک‌ها هستند، سیستم‌های فلتر هپا که برای محافظت در برابر مواد اشعه دهنده کیمیاوی در طول جنگ جهانی دوم توسعه یافته نیز از دهه ۱۹۴۰ میلادی در بهبود هوای محیط استفاده شده‌اند (Han et al, 2022).

کشورهای آسیایی چون کشور ایران و چین در زمینه تولید، مقالات و تحقیقات تکنالوژی فلترسازی پیشتاز بوده و انواع مختلف تصفیه کننده‌ها را در دسترس قرار دادند؛ در افغانستان، پوهنځی انجینری پوهنتون کابل و مدیریت محیط‌زیست دایره سبز افتخار خدمات دیزاین ساخت و نصب فلتر تصفیه دود، ناشی از بلند منزل را در شهر کابل دارد. همه روزه انواع مختلف از آلاینده‌ها به صورت طبیعی و مصنوعی که در اثر فعالیت‌های ناشی از کارکرد بشر در سطح زمین بوده که وارد جوی می‌شود.

عوامل آلودگی هوا نیز به شکل طبیعی و مصنوعی می‌باشد. آلودگی طبیعی در اثر طوفان‌ها، گرد و غبار، آتش‌فشان‌ها، آتش‌سوزی‌های جنگلات و گرده گیاهان که از دسته‌هایی منابع طبیعی به طور ذاتی آلودگی‌هایی را به جوی وارد می‌کنند؛ با این وجود میزان آلودگی طبیعی نسبت به آلودگی مصنوعی به مراتب بیشتر می‌باشد؛ اما در طبیعت چندین مکانیزم تصفیه‌سازی خودکار وجود دارد که محیط را برای حیات موجودات زنده آماده می‌سازد.

عوامل آلودگی مصنوعی عبارت از استفاده از حشره‌کش، جهت رعایت از حفظ‌الصحه و نگهداری منازل، فعالیت صنعتی و کارخانه‌های حرارتی، آلودگی ناشی از وسایط نقلیه می‌باشد. آلودگی طبیعی و مصنوعی سبب تولید آلوده کننده‌های اولیه هوا چون کاربن مونو اکساید

(CO)، نایتروجن دای اکساید (NO_2)، سلفر دای اکساید (SO_2)، ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون (PM_{10}) و سرب (Pb) و تولید آلوده کننده‌های ثانوی چون گاز ازن (O_3) می‌شود.

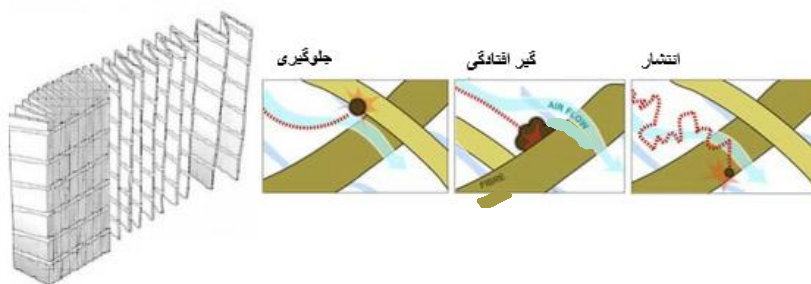
۲. مواد و روش (Material and Method)

روش تحقیق حاضر با دو دیدگاه متمرکز بوده؛ یعنی براساس هدف ترویجی و براساس ماهیت داده‌ها و اطلاعات تحلیلی-توصیفی می‌باشد. از سوی هم، جمع‌آوری و مدیریت منابع به‌صورت کتابخانه‌ای و مقایسوی انجام پذیرفته است.

یکی از موادهای مهم و کاربردی این تحقیق فیلتر هپا و موارد استفاده آن می‌باشد که به تفصیل به توضیح آن می‌توان پرداخت:

۱.۲. هپا (HEPA)

هپا اولین بار در سال ۱۹۴۰ میلادی در جنگ جهانی دوم توسط سربازان آمریکایی برای فیلتر کردن گاز اشعه دهنده زهری که از اثر تولید بمب اتم ایجاد می‌شد به شکل چند لایه مخصوص مورد استفاده قرار گرفتند. لایه‌های مخصوص ساخته شده از الیاف‌های بوروسکلیت و پلمیر بود. این فیلتر از در هم تنیده شدن نامنظم الیاف‌های پشم شیشه ساخته شده که ابعاد فیلتر ۰.۵ میکرون و فضای خالی بین فیلتر ۰.۳ میکرون می‌باشد، عملکرد این فیلتر بدام انداختن ذرات می‌باشد و با سه روش (مسدود و جلوگیری، گرفتادن و انتشار) همزمان باعث جذب و گیر انداختن ذرات آلاینده می‌گردد (شکل ۱).

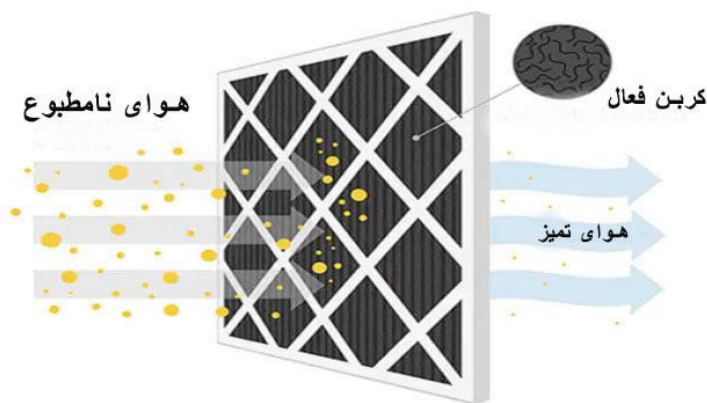


شکل ۱. به دام افتادن ذرات معلق در نانو الیاف‌های فیلتر

وقتی ذرات برابر به اندازه شعاع الیاف فیلتر وارد فیلتر می‌شود به فیلتر می‌چسبد و از عبور آن جلوگیری می‌کند. این فیلتر با توانایی ۹۷.۹۹٪ تصفیه آلوده کننده و گرد و غبار، موهای حیوانات خانگی و گرده گیاهان مورد تأیید سازمان انرژی ایالات متحده آمریکا قرار گرفته است. بعد از جنگ جهانی دوم این فیلتر مورد استفاده آزمایشگاه‌های طبی و تحقیقاتی،

تأسیسات هسته‌ای، شفاخانه و کلینیک جراحی و به مرور زمان کاربردهای تجاری و مسکونی پیدا کرد. از آنجایی که فیلتر هپا در اندازه‌های مناسب برای دستگاهی متذکره تولید نمی‌شود؛ برای ساخت این دستگاه از قطع کاغذ فیلتر هپا موجود در بازار به اندازه ۱۸ در ۱۸ سانتی مورد استفاده قرار گرفته و برای استواری؛ فیلتر را در قالب فلزی ۱۹ در ۱۹ سانتی متر مقرر گردیده است (Cheek et al, 2021).

برای حذف بو و گازات کیمیای (گازات عالی فرار و مواد کیمیای مثل بنزن) از فیلتر کاربن فعال استفاده صورت گرفته که کاربن فعال ماده است که توانایی بالای در جذب بوهای آشپزخانه، گازهای دود سگرت، دود تنباکو و دود کیمیای را دارد. قرن‌ها پیش مصریان باستان از این ماده به‌عنوان ضد عفونی در علوم طبی مورد استفاده قرار دادند و همچنان در قرن‌های ۱۶-۱۸ دریا نبردان در سفرهای طویل شان از ماده مذکور برای تصفیه کردن آب استفاده می‌کردند. امروزه کاربن فعال استفاده وسیع در صنعت تصفیه‌سازی دارد. این ماده از مواد که حاوی؛ مانند: زغال سنگ، چوب لیگنت، پوسته کاکو و ترکیبات نفتی و غیره ساخته می‌شود. ویژگی این فیلتر به اساس مواد اولیه آن تعیین می‌شود. کاربن فعال دارای خاصیت غیر قطبی است که توسط اکسیجن به عمل می‌آید و باعث تشکیل منفذهای بی‌شمار در سطح مالیکول‌های آن می‌شود. با عبور و جریان هوا از منفذهای فیلتر کاربن فعال تمام آلوده‌کننده‌ی قطبی؛ چون: بخارات و دود گازات گرفتار منفذهای فیلتر می‌شود و هوای پاک و تصفیه شده را ثمربخشی می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲. اجزا فلتر کاربن

برای فعال سازی کاربن از روش های (عملکردهای فیزیکی، فعال سازی کیمیایی و فعال سازی با بخار و گاز) استفاده می شود که قرار ذیل است:

۲.۲. روش فعال سازی فیزیکی برای فیلتر کاربن فعال

در این روش، از حرارت و گازهای فعال کننده استفاده می شود؛ تا کاربن متخلخل تری ایجاد شود که توانایی جذب بیشتری دارد.

مراحل فعال سازی فیزیکی به شرح زیر است:

- انتخاب ماده خام: از زغال چوب، پوسته نارگیل یا هر ماده کاربنی دیگر می توان استفاده کرد.
- گرمایش در حضور بخار یا کاربن دای اکساید: ماده کاربنی در حرارت بالا (۸۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد) در حضور گازهایی مانند بخار آب یا CO_2 گرم می شود. این گازها با ماده کاربنی واکنش نشان داده و ساختار متخلخل ایجاد می کنند.
- استفاده از فیلتر: پس از این روند، کاربن فعال به دست آمده را در فیلتر قرار داده تا سطح ویژه و توانایی جذب بالاتری را حاصل نماید.

۳.۲. روش فعال سازی کیمیایی برای فیلتر کاربن فعال

در این روش، مواد کاربنی از مواد کیمیایی فعال ساز استفاده می شوند. این مواد باعث افزایش تخلخل کاربن شده و توانایی آن را در جذب آلاینده ها بالا می برند.

مراحل این روش شامل موارد زیر است:

- مخلوط کردن با ماده کیمیایی: ماده اولیه کاربنی با موادی؛ مانند: کلوراید جست (ZnCl_2)، فاسفوریک اسید (H_3PO_4) یا پتاشیم هایدروکساید (KOH) ترکیب می گردد.
- گرمایش: مخلوط به دست آمده را در حرارت پایین تر (۵۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی گراد) گرم کرده؛ تا ماده کیمیایی فعال ساز را کامل انجام دهد.
- شست و شو: پس از گرمایش، ماده کاربنی را با آب شست و شو نموده؛ تا مواد کیمیایی باقی مانده را خارج کند.
- استفاده در فیلتر: کاربن فعال حاصل را می توان در فیلتر قرار داده تا با ظرفیت جذب بالا آلاینده ها را فیلتر کنند.

فعال سازی کاربن فعال به روش بخار و گاز، از دو روش رایج برای افزایش سطح ویژه و بهبود خصوصیات جذبی کاربن می باشند. در زیر توضیحاتی درباره هر روش ارائه شده است:

الف: فعال سازی با بخار: این روش معمولاً برای تولید کاربن فعال از مواد اولیه کاربنی؛ مانند: چوب، زغال سنگ یا پوسته نارگیل استفاده می شود.

پروسه:

- ماده خام ابتدأ تحت حرارت زیاد (در دمای ۶۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی گراد) در محیط بدون اکسیجن (با اکسیجن محدود) کاربن دار می شود.
 - سپس بخار آب به صورت کنترل شده، وارد سیستم می شود.
 - بخار با کاربن واکنش نشان می دهد و موجب ایجاد منافذ در ساختار کاربن می شود.
- ب: فعال سازی با گاز: این روش مشابه فعال سازی با بخار است؛ اما به جای بخار از گازهایی؛ مانند: کاربن دای اکساید (CO_2) یا مخلوطی از گازها استفاده می شود.

پروسه:

- ابتدأ ماده خام کاربن دار می شود.
- سپس در دمای ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد، گاز کاربن دای اکساید یا ترکیبات دیگر به سطح کاربن دمیده می شود.
- واکنش کاربن دای اکساید با کاربن باعث ایجاد منافذ می شود.

برای ساخت این فیلتر از روش فعال سازی کیمیاوی استفاده صورت گرفته است. در این روش فعال سازی کیمیاوی مقدار از پوسته کاکو (ناریال) به مدت ۴ ساعت حرارت داده شده و هنگام که پوسته کاکو کاملاً سوخت چیزی جز ماده سیاه که زغال پوسته است باقی نمی ماند؛ کاربن در واقع همان زغال پوسته می باشد. قطعات کاکو به زغال را به نیمه پودر تبدیل کرده و به مدت ۲۴ ساعت تحت هوای آزاد قرار گرفته است. پس از گذشت زمان تعیین شده، مواد نیمه پودر شده را با محلول کلسیم کلوراید ($CaCl_2$) مخلوط کرده و دوباره به مدت ۲۴ ساعت داخل ظرف گذاشته می شود، بعد محلول از ظرف خارج می شود و مواد را دوباره به مدت ۳ ساعت حرارت داده؛ تا کاملاً خشک شود و کاربن به کاربن فعال تبدیل شود (Gopinath & Kadirvelu, 2018).

پودر کاربن فعال را به قالب فلزی مورد نیاز خود جابجا نموده و برای عبور هوا از سطح فیلترهای مذکور که از پکه با قدرت هواکشی ۳۶۰ مترمکعب در ساعت استفاده کرد.

بدنه فلزی این دستگاه دارای ابعاد ۲۷ در ۲۱ سانتی متر و با طول ۲۹ سانتی متر می باشد که فیلتر و پکه در آن قرار دارند. در ابتدأ فیلتر هوا قرار دارد که سبب جذب ذرات با قطر بالاتر

از ۰.۳ میکرون می‌شود که این فیلتر قابلیت شست‌وشو و مقاومت در برابر ۳۰۰ پاسکال فشار هوا را دارد. بعد از فیلتر هپا به فاصله ۱ سانتی متر فیلتر در مقابل کاربن فعال قرار می‌گیرد که جذب کننده بو و گازات کیمیاوی می‌باشد و در اخیر به فاصله ۱ سانتی متر پکه قرار دارد که هوای آلوده را از سطح فیلتر عبور می‌دهد و هوای پاک و عاری از آلوده کننده را تولید می‌کند (شکل ۴).

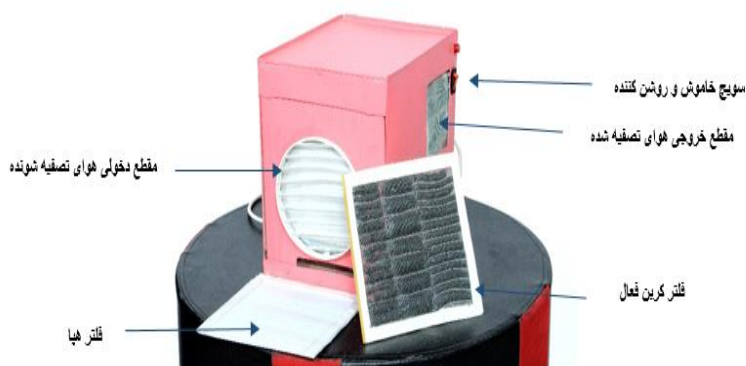
جدول ۱. هزینه مصرف شده برای دستگاه

شماره	قطعات	نوع مواد	تعداد	قیمت
۱	فیلترهپا	پلیمری نانوالیافی	۱	۱۰۰ افغانی
۲	فیلتر کاربن فعال	کاربن فعال	۱	۲۰۰ افغانی
۳	پکه	پلاستیک، المونیم	۱	۳۵۰ افغانی
۴	بدنه	فلزی	۱	۵۵۰ افغانی
مجموعاً				۱۲۰۰ افغانی

هزینه کلی ساخت این دستگاه تقریباً ۱۲۰۰ افغانی بوده است. با استفاده از پرزهای کم‌مصرف، مانند یک فیلتر کاربن فعال به روش فعال‌سازی کیمیاوی و یک قطعه فیلترهپا که از بازار خریداری گردیده شده، مصرف هزینه کاهش یافته است. این روش نه تنها باعث بهتر شدن مصرف اقتصادی گردیده؛ بلکه کار بهره‌وری دستگاه را نیز افزایش داده است. به این ترتیب، دستگاه توانست با مصرف کمتر، نتیجه مورد نظر ارائه نماید.

جدول ۲. مشخصات و ظرفیت دستگاه

شماره	قطعات	کارکرد	ظرفیت	عمر مفید
۱	فیلتر هپا	گیرنده ذرات معلق	جذب ذرات قطر بالاتر از ۰.۳ میکرون	یک سال
۲	فیلتر کاربن فعال	جذب بو و گازات کیمیاوی	۷۵۰ متر مربع در گرام	شش ماه
۳	پکه	عبور دهنده هوا از سطح فیلتر	۷۵۰ متر مکعب در ساعت	پنج سال
۴	بدنه	محافظ اجزاء داخلی	/	بسته به شرایط محیطی



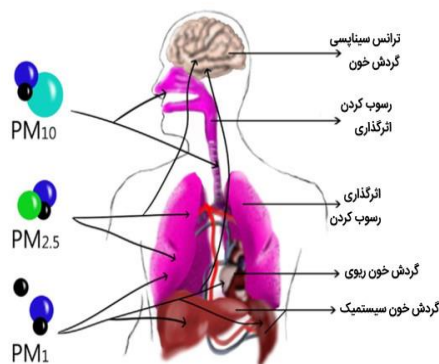
شکل ۳. اجزا تشکیل دهنده دستگاه

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

در این تحقیق سعی گردید تا بعد از مرور و مدیریت منابع، خروجی موضوعات به صورت خلاصه تحریر گردد، و یافته قرار شرح زیر در نظر گرفته شده است:

در نتایج تحقیقات مشخص شد که تکنالوژی فلتر هپا پس از جنگ جهانی دوم توسعه یافت تا زمانی که اجازه استفاده از آن در مشاغل تجاری و خانه‌ها داده شد. اولین فلتر تصفیه هوا برای مصارف خانگی در آلمان در سال ۱۹۶۳ میلادی توسط مهندس مکانیک کلاوس هامز و برادرش مانفرد ساخته شد. سیستم توسعه یافته شامل فلتري بود که در خروجی هوای اجاق زغال‌سنگ در خانه مورد استفاده قرار می‌گرفت. با گذشت زمان، گزارش شد که مشتریانی مصرف کننده این فلتر شاهد کاهش حملات آسم و پایین آمدن علائم حساسیت را تجربه کردند (Şahin et al, 2021).

در تحقیق مشخص شد که در دهه ۱۹۷۰ میلادی کلاوس هامز این سیستم فلتر را توسعه داد و امکان استفاده از آن را در سایر سیستم‌های گرمایشی فراهم کرد و بعد هامز فیلترهای هوای کابین را برای وسایل نقلیه مرسدس بنز برای استفاده در موتور در امریکای شمالی توسعه داد (Liu et al, 2015). همچنین، در تحقیق بیان شد که آلودگی هوا می‌تواند باعث ایجاد اختلال در سیستم تنفسی و تحریک چشم‌ها امراض، چون: امفیزوم، آسم، حساسیت‌های گوناگون، سرطان ریه و معده، امراض قلبی، جلدی گردد (شکل ۴) و در سوخت و ساز گیاهان تأثیر سو گذاشته و سبب کاهش رشت سلولی در موجودات زنده می‌شود (کوهستانی، ۱۳۹۳).



شکل ۴. اندازه مختلف ذرات و تأثیرات آن

در تحقیقی بیان شده که سالانه ۳ میلیون تن در اثر آلودگی هوا جان خود را از دست می‌دهند که ۹۰ درصد آنان در کشورهای توسعه یافته صورت می‌گیرد. لذا برای کاهش آلودگی هوا قانون‌گذاران قوانینی را تصویب نمودند؛ در مکاتب و پوهنتون‌ها، استادان اثر آلودگی هوا را برای نسل جوان تشریح می‌دهند. وسعت دادن ساحه سبز و پرورش گیاهان و استفاده از مهارت‌های، چون: تصفیه کننده‌های مرطوب، اتاق‌های تصفیه براساس وزن ذرات، جمع کننده‌ای گرد و تعویض انرژی‌های فسیلی به انرژی‌های پاک را برای کاهش دادن آلودگی هوا در فضای باز مورد استفاده قرار گیرند (هویدی، بی‌تا). همچنین در تحقیقی بیان شده که در فضاهای بسته دو نوع سیستم تصفیه کننده هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت از تصفیه کننده گل‌خانه (عمومی) و دستگاه‌های تصفیه قابل حمل که تفاوت‌های آن به شرح زیر است (Sublette, 2011):

- سیستم‌های عمومی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که هوای گل‌خانه یا ساختمان را تصفیه کنند. این سیستم‌ها به سیستم تهویه مطبوع خانه متصل می‌شوند و هوای خانه را در حین گردش تصفیه می‌کنند.
- در حالی که دستگاه‌های تصفیه هوا قابل حمل واحدهای مستقل هستند که برای تصفیه هوای اتاق‌ها یا فضاهای خاص طراحی شده‌اند. این دستگاه‌ها قابل حمل بوده و می‌توان آن‌ها را به راحتی در نقاط مختلف خانه جابجا کرد که در این نمونه اولیه دستگاه نیز از همین نوع دستگاه الهام گرفته شده است. این نوع دستگاه‌های قابل

حمل نیاز به نصب حرفه‌ای ندارد، به‌طور کلی ارزانتر هستند، نیاز به نگهداری کمتری دارند و فقط باید فیلترها به‌طور دوره‌ای تکنالوژی یا تعویض شوند. دستگاه‌های فوق‌الذکر از انواع فیلتر برای بهبود کیفیت هوای داخلی با حذف ذرات معلق و سایر آلاینده‌ها استفاده می‌کنند. کارایی این فیلترها می‌تواند براساس طراحی، مواد و آلاینده‌های خاص آن‌ها متفاوت باشد.

فیلترهای هوا با کارایی بالا برای ذرات (هپا): این فیلترها در جذب ذرات ریز از جمله گرد و غبار، گرده و برخی از میکروب‌های بیماری‌زا موجود در هوا بسیار مؤثر هستند. آن‌ها معمولاً در پاک‌کننده‌های هوای تجاری و مسکونی استفاده می‌شوند. فیلترهای هپا به دلیل کارایی جمع‌آوری بالا شناخته شده‌اند؛ اما می‌توانند باعث افت فشار قابل توجهی شوند که ممکن است نرخ تحویل هوای پاک را کاهش دهد (Kim & Lee, 2021).

فیلترهای الکتریکی (Electret Filters): این فیلترها از بار الکترواستاتیکی برای جذب ذرات استفاده می‌کنند. درحالی‌که در ابتدا مؤثر هستند، عملکرد آن‌ها می‌تواند در طول زمان با بارگیری از ذرات کاهش یابد. این تخریب می‌تواند ثمربخشی طولانی مدت آن‌ها را در پاک‌کننده‌های هوا کاهش دهد (Schumacher et al, 2018).

فیلترهای کربن فعال (Activated Carbon Filters): این فیلترها برای حذف آلاینده‌های گازی از جمله ترکیبات عضوی فرار و بو استفاده می‌شوند. آن‌ها اغلب با انواع دیگر فیلترها مانند فیلترهای هپا ترکیب می‌شوند؛ تا عملکرد کلی تکنالوژی کردن هوا را افزایش دهند (Weon et al, 2018).

فیلترهای لوله نانو تیتانیوم دای اکساید (TiO₂ Nanotube Filters): این فیلترها از فوتوکاتالیز برای تخریب ترکیبات عضوی فرار و سایر آلاینده‌ها استفاده می‌کنند. لوله‌های نانو تیتانیوم دای اکساید با وجه‌های کاربن فعال در معرض دوام و ثمربخشی بالایی در حذف ترکیبات عضوی فرار از خود نشان داده‌اند و برای پاک‌کننده‌های تجاری مناسب می‌باشند (Weon et al, 2018).

تصفیه‌کننده‌های هوا از فیلترهای مختلفی استفاده می‌کنند که هر کدام نقاط قوت و محدودیت‌های خاصی خود را دارند. فیلترهای هپا برای ذرات معلق مؤثر بوده و برعلاوه فیلتر هپا با خاصیت نانوالیاف در وسائل برقی، وسائل نقلیه و دستگاه تصفیه‌کننده هوا خانگی به کار گرفته می‌شود؛ درحالی‌که فیلترهای کاربن فعال و TiO₂ آلاینده‌های گازی را هدف قرار می‌دهند. انتخاب فیلتر می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر عملکرد کلی و نیازهای تعمیر و نگهداری

تصفیه کننده هوا تأثیر بگذارد و نیز فیلتر کاربن فعال با خاصیت جذب بو در دستگاه تصفیه کننده هوا و تصفیه آب کاربرد دارد.

کشورهای چین، ایران، امریکا و آلمان در تولید دستگاه‌ها و فیلترهای مختلف تصفیه هوا پیش‌تاز می‌باشند. با پیشرفت تکنالوژی و صنعت، دانشمندان و صنعت‌گران این کشورها به‌منظور افزایش کیفیت فیلترها در رقابت هستند. این رقابت باعث تولید دستگاه‌های پیشرفته‌تر و با عملکرد بالاتر شده که می‌توانند به‌طور مؤثری آلوده کننده‌های هوا را کاهش دهند. در کشورما، افغانستان، به دلیل نبود تکنالوژی پیشرفته و ضعف اقتصادی، تولید دستگاه‌های تصفیه هوا بسیار اندک بوده؛ اما با امکانات و هزینه کم، دستگاهی ساخته شده که توانایی ثمربخشی هوای پاک را در مکان‌های؛ چون: سالون‌ها، مراکز تجاری، کارخانه‌ها و حمام‌ها را دارا می‌باشد.

اگر این دستگاه به‌شکل معیاری در کشور خود ما تولید گردد، می‌تواند سبب توسعه اقتصادی و خودکفایی افغانستان شود. تولید بسیاری از این دستگاه‌ها نه تنها می‌تواند نیاز داخلی را برطرف کند؛ بلکه با صادرات این محصولات به کشورهای همسایه، می‌توان به تقویت اقتصاد ملی کمک کرد. این امر مستلزم حمایت دولت و سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه بوده تا بتوانیم به استانداردهای بین‌المللی نزدیک شویم و کیفیت محصولات خود را بهبود بخشیم؛ برعلاوه محیط عاری از آلاینده‌های هوا داشته باشیم. به‌طور کلی، تولید دستگاه‌های تصفیه هوا در افغانستان می‌تواند نقطه عطفی در مسیر توسعه صنعتی و اقتصادی کشور باشد و با بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود در منطقه تبدیل به یک تولیدکننده معتبر گردد.

۴. مناقشه (Discussion)

این تحقیق بیانگر این است که با ایجاد فابریکات تولیدی فیلتر هپا و فیلتر کاربن فعال را به شکل معیاری می‌توان به دستگاه‌های تصفیه کننده در کشور برای مکان‌های سربسته و همچنان به فیلترهای مناسب برای دودکش‌های فابریکات جهت تصفیه آلوده‌کننده‌ها تولید نمود. هرچند ارائه خدمات فیلتر نمودن در هفت مرحله توسط دایره سبز صورت گرفته که فیلترهای خدمات دایره سبز جهت تصفیه دود تولید شده ناشی از دودکش‌های فابریکات و مراکز تولیدی دخان مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما این دستگاه در مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته می‌تواند.

چالش که برای تولید این دستگاه وجود دارد، نبود سیستم ماشینری و مایع پلمیر مناسب برای تولیدی فیلترها در داخل کشور که فرایند نانو الیافی را در بر می گیرد و برای تولید فیلتر کاربن فعال قالب بندی مناسب نیاز است. برای ساخت این دستگاه از فیلترها موجود در بازار استفاده شده؛ اما نیاز به تحقیق بیشتر در قسمت پلمیرهای تشکیل دهنده فیلترها وجود دارد. در این پروژه که مدل واحد تصفیه هوای قابل حمل برای محیطهای داخلی ساخته شده با توجه به تحقیقات و نمونههای انجام شده، نکاتی که در این گونه پروژهها مورد توجه قرار می گیرد به شرح ذیل است:

- در قسمت مواد تشکیل دهنده پلمیری می توان از پلی اورتان استفاده کرد؛ اگر تولید شرکت این دستگاه در وطن خود ما ایجاد گردد؛ تا این دستگاه را تولید نماید، نه تنها از مالیات واردات این نوع دستگاه پیشتاز می شوند؛ بلکه زمینه کار را هم برای هموطنان ما ایجاد می کند.
- سرعت پکه بالا باشد، آلودگی صوتی ایجاد می شود و سیستم پکه در دستگاه باید به گونه ای انتخاب شود که ظرفیت کل تبادل هوای یک ساعته مورد نیاز محیط را تأمین کند، فیلترها باید از نوع تعویض ایمن باشند و در هنگام تبدیل فیلتر مواد آلوده یا ذرات مضر در محیط نشست نکنند؛ تا از هرگونه آسیب به سلامتی انسان و محیط جلوگیری صورت گیرد.

۵. نتیجه گیری (Conclusion)

دستگاه فیلترها از کاربن فعال و پکه تشکیل شده است، فیلترها توانایی گیرانداختن ذرات ۰.۳ میکرون را داشته و نیز قابل شستشو می باشد. کاربن فعال توانایی جذب بو و گازات کیمیاوی را دارا می باشد که ذرات تشکیل دهنده این فیلتر سطح وسیعی ایجاد می کند و ۱ گرم آن توانایی ایجاد ساحه (۱۰۰۰۰۰ مترمربع) را دارد که برای شش ماه در دستگاه مورد استفاده قرار می گیرد. پکه با داشتن توانایی ۳۱ وات و ۳۲۰ ولتاژ و سرعت ۷۵۰ دور بر دقیقه؛ برای عبور هوا از سطح فیلترها مورد استفاده قرار گرفته است. این دستگاه توانایی گنجایش ۲۶۰ مترمربع در ساعت فیلتر نمودن هوا را دارد که می توان از این دستگاه در جاهای؛ چون: منازل مسکونی، حمامها، فابریکات، مراکز آموزشی، مراکز تجاری مورد استفاده قرار داد. اکنون، عصر تکنالوژی و صنعت بوده که افغانستان از جمله کشورهای نیمه صنعتی و روبه پیشرفت می باشد. همچنین، توصیه شود که همه و همه (تمام اقشار مختلف جامعه) سعی نمایند و با پشت کار در اختراعات سهیم شوند. به همین دلیل، کوشش براین بوده تا مدل آزمایشی این

دستگاه به شکل معیاری در افغانستان تولید گردد و در صورت تولید بسیار سبب بلند رفتن سطح اقتصادی و خودکفایی کشور گردد.

منابع و مأخذ

- کوهستانی، نثار احمد. (۱۳۹۳). *اساسات/ایکولوژی علم محیط زیست*. کابل: قرطبه.
- Cheek, E. Guercio, V. Shrubsole, C. & Dimitroulopoulou, S. (2021). Portable air purification: Review of impacts on indoor air quality and health. *Science of the Total Environment*, 766, 142585. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142585>
- Chen, Z. Zhang, H. & Wang, X. (2020). Air pollution and health effects: A comprehensive review. *Environmental Research*, 180, 108843. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.108843>
- Gopinath, A. & Kadirvelu, K. (2018). Strategies to design modified activated carbon fibers for the decontamination of water and air. *Environmental Chemistry Letters*, 16, 1137–1168. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0744-7>
- Gupta, P. Shukla, K. & Verma, R. (2019). Advancements in air purification technologies: A critical review. *Journal of Environmental Science & Technology*, 53(7), 123-135. <https://doi.org/10.1007/s00339-019-1125-1>
- Han, S. Kim, J. Lee, Y. Bang, J. Kim, C. G. Choi, J. Min, J. Ha, I. Yoon, Y. Yun, C.H. Cruz, M. Wiley, B. J. & Ko, S. H. (2022). Transparent air filters with thermal sterilization. *Nano Letters*, 22(1), 524–532. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c02737>
- Kampa, M. & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.008>
- Kim, J. S. & Lee, M.H. (2021). Effect of filter collection efficiency on the clean air delivery rate in an air cleaner. *Indoor Air*, 31, 745–754. <https://doi.org/10.1111/ina.12757>
- Lee, T. H. & Hsu, C. M. (2020). Development of advanced air purifier systems with photocatalytic technology. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119-137. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119137>
- Liu, C. Hsu, P.C. Lee, H.W. Ye, M. Zheng, G. Liu, N. Li, W. & Cui, Y. (2015). Transparent air filter for high-efficiency PM2.5 capture. *Nature Communications*, 6, 6205. <https://doi.org/10.1038/ncomms7205>
- Schumacher, S. Spiegelhoff, D. Schneiderwind, U. Finger, H. & Asbach, C. (2018). Performance of new and artificially aged electret filters in indoor air cleaners. *Chemical Engineering & Technology*, 41, 27-34. <https://doi.org/10.1002/CEAT.201700105>
- Sublett, J. L. (2011). Effectiveness of air filters and air cleaners in allergic respiratory diseases: A review of the recent literature. *Current Allergy and Asthma Reports*, 11(5), 395–402. <https://doi.org/10.1007/s11882-011-0208-5>

- Weon, S. Choi, E. Kim, H. Kim, J. Park, H. Kim, S. Kim, W. & Choi, W. (2018). Active carbon facet exposed TiO₂ nanotubes photocatalyst filter for volatile organic compounds removal: From material development to commercial indoor air cleaner application. *Environmental Science & Technology*, 52(16), 9330–9340. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02282>
- World Health Organization (WHO). (2021). *Air pollution and its impact on health: Annual global report*. Retrieved from <https://www.who.int>
- Yılmaz Şahin, Bozacı, B. Erol, C. Önal, B. & Gökçe, Z. B. (2021). Kapalı ortamlar için taşınabilir hava temizleme ünitesi projesi - bitirme projesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Zhao, X. Li, Y. & Wang, J. (2021). Economic and performance evaluation of air purification devices in urban areas. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102789. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102789>.

مطالعه ویژگی‌های توپوگرافیک و نقش آن در انتخاب مکان‌یابی شهری افغانستان

حبیب الرحمن قاسمپور

پوهنیار، دیپارتمنت جغرافیه، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون جوزجان، شبرغان، افغانستان.

<https://orcid.org/0009-0003-0841-9578> - habibulrahmanqasimpor@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۶)

چکیده

استقرار و توسعه فیزیکی شهرها در درجه اول، تابع شرایط محیطی و جغرافیایی است. فضاهای مجاور شهری در ارتباط با عوامل گوناگون محیط طبیعی از جمله اشکال ناهمواری‌ها و همجواری با عوارض طبیعی مانند: کوه، دشت، دریا، جلگه و سواحل دریا و شرایط اقلیمی حاکم بر آن در چگونگی توسعه شهرها نقش تعیین کننده‌ای را ایفا می‌نمایند. هدف این پژوهش را بررسی و مقایسه ویژگی‌های توپوگرافیک و نقش آن در انتخاب مکان‌های مناسب شهری در افغانستان تشکیل داده و تنوع جغرافیایی این کشور را بررسی می‌کند. افغانستان به دلیل موقعیت کوهستانی و وجود دشت‌ها و دره‌های عمیق، دارای توپوگرافی متنوعی است که بر جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شهرها تأثیر می‌گذارد. همچنین از اهداف اصلی این تحقیق، بررسی چگونگی تأثیر توپوگرافی برای برنامه‌ریزی و اجرای زیرساخت‌های شهری مانند: راه‌ها، ساختمان‌ها و شبکه‌های خدماتی در مناطق کوهستانی، نیمه‌کوهستانی و هموار نیز می‌باشد. مسئله اصلی تحقیق حاضر شناسایی الگوهای توسعه شهری بر اساس تنوع توپوگرافیک؛ به‌ویژه تأثیر شیب، شرایط اقلیمی و زمین‌های زراعتی بر توسعه شهرهای افغانستان می‌باشد. روش این تحقیق براساس هدف توسعه‌ای و از نگاه ماهیت داده‌ها توصیفی-تحلیلی بوده و جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای صورت گرفته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که ویژگی‌های توپوگرافیک، نه تنها بر روی شکل‌گیری شهرها؛ بلکه بر توسعه اقتصادی، سیاسی و اجتماعی آن‌ها نیز تأثیرگذار بوده و درک این تنوع می‌تواند به برنامه‌ریزی‌های پایدارتر در آینده کمک کند.

کلمات کلیدی: توپوگرافی، جیومورفولوژی، جغرافیای شهری، حوادث طبیعی، عوامل طبیعی، مکان‌یابی.

Study of Topographic Features and their Role in City Site Selection

Habibul Rahman Qasimpor

Teaching Assistant, Department of Geography, Faculty of Education, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan

habibulrahmanqasimpor@gmail.com – <http://orcid.org/0009-0003-0841-9578>

(Received: 22/10/2024 - Accepted: 16/12/2024)

Abstract

The establishment and physical development of cities are primarily dependent on environmental and geographical conditions. Urban adjacent spaces, in relation to various natural environmental factors such as topographical features and proximity to natural formations like mountains, plains, seas, lowlands, and coastal areas, as well as the prevailing climatic conditions, play a decisive role in the development of cities. The aim of this research is to examine and compare the topographic features and their role in selecting suitable urban locations in Afghanistan, and to explore the geographical diversity of this country. Afghanistan, due to its mountainous location and the presence of plains and deep valleys, has a diverse topography that affects the economic, social, and cultural aspects of cities. One of the main objectives of this research is also to examine how topography affects the planning and implementation of urban infrastructure such as roads, buildings, and service networks in mountainous, semi-mountainous, and flat areas. The main issue of the present research is identifying urban development patterns based on topographic diversity, particularly the impact of slope, climatic conditions, and agricultural lands on the development of Afghanistan cities. The method of this research is based on developmental goals and, from the perspective of data nature, is descriptive-analytical, with data and information collected through library research. The findings of the research indicate that topographic features not only influence the formation of cities but also affect their economic, political, and social development. Understanding this diversity can contribute to more sustainable planning in the future.

Keywords: Topography, Geomorphology, Urban Geography, Natural Disasters, Natural Factors, Site Selection.

۱. مقدمه (Introduction)

توسعه شهری همواره تحت تأثیر عوامل مختلف طبیعی و انسانی قرار داشته است، که از میان آن‌ها، ویژگی‌های توپوگرافیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. توپوگرافی هر منطقه از طریق تعیین نوع زمین و ویژگی‌های اقلیمی آن، نقش کلیدی در شکل‌گیری و گسترش شهرها ایفا می‌کند. در این راستا، مناطق با توپوگرافی‌های مختلف الگوهای توسعه‌ی متفاوتی را تجربه می‌کنند. در سرزمین افغانستان، که دارای تنوع توپوگرافی قابل توجهی است، سه نوع منطقه اصلی شامل: مناطق کوهستانی، نیمه‌کوهستانی و هموار شناسایی شده‌اند. هریک از این مناطق براساس ویژگی‌های طبیعی خود، شرایط خاصی را برای رشد و توسعه شهری فراهم کرده‌اند. به طور خاص، مناطق هموار و نیمه‌کوهستانی به دلیل شرایط مساعدتر زندگی و داشتن زمین‌های حاصل‌خیز، بستر مناسب‌تری برای گسترش شهرها فراهم کرده‌اند. در مقابل، شهرهای کوهستانی به دلیل محدودیت‌های جغرافیایی و اقلیمی، با چالش‌های بیشتری در راستای توسعه مواجه هستند. از این‌رو، در برنامه‌ریزی شهری آینده، توجه به موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی مناطق مختلف امر ضروری پنداشته می‌شود، تا از طریق استفاده پایدار از منابع طبیعی، توسعه پایدار و متوازن در شهرها رقم بخورد.

اکنون مکان‌یابی شهرها و روستاها و استقرار مراکز صنعتی و مسکونی با توجه به شرایط جیومورفولوژی و حتی اقلیم محیط ارتباط دارد (ستایشی و همکاران، ۱۳۹۳).

خصوصیات جغرافیای طبیعی کشور، گویای بسیاری از واقعیت‌های محیطی و نقش آن در استقرار جوامع انسانی و تکوین و معیشت آن‌ها است. این موضوع تاکنون کمتر از دید علمی مورد بررسی قرار گرفته است؛ در حالی که در توزیع جغرافیایی شهرهای افغانستان، ویژگی‌های جغرافیای طبیعی از عوامل مهم در مکان‌یابی آن‌ها بوده است. وسعت و جهت‌گیری پراکندگی و نقش آن‌ها در تقسیم سرزمین، دشت‌ها و بیابان‌های وسیع، جنگلات، بارندگی‌ها، درجه حرارت و تغییرات شدید آب و هوا، منابع آب شیرین و جریان‌های دایمی (رودخانه‌ها) از مهم‌ترین عوامل طبیعی هستند که در توزیع و پراکندگی سکونتگاه‌ها به ویژه سکونتگاه‌های شهری در پهنه کشور نقش مهم داشته‌اند (عظیمی، ۱۳۹۵).

در واقع اگر روند ایجاد سکونتگاه‌ها جدید باشند؛ باید متناسب با ظرفیت‌ها و امکانات طبیعی شکل گیرد، زیرا پیامدهای ناخوشایندی را در فضای کالبد- حیاتی به‌وجود می‌آورد. بر این اساس استقرار شهر و فعالیت‌های وابسته به آن در پهنه فضایی که از نظر ساختمان زمین شناسی و سازه‌های سطحی مورد بررسی قرار نگرفته باشد، دور از منطق جغرافیایی بوده و

شناخت همه‌جانبه این فضا در راستای مکان‌یابی و گسترش شهرها در قلمرو جغرافیای کاربردی به‌ویژه جیومورفولوژی کاربردی واقع است (صفاری و همکاران، ۱۳۹۷).

مطالعه محیط فیزیکی از مهم‌ترین وظایف برنامه‌ریزان شهری است و باید قبل از هر مطالعه دیگری صورت گیرد؛ زیرا برنامه‌ریزی‌های بعدی بر مبنای این مطالعه انجام می‌شود. در مطالعه فیزیکی شهرها باید شرایط جیومورفولوژیکی، آب و هوایی، هایدرولوژیکی، زمین‌شناسی و غیره مطالعه گردد و ارتباط و تأثیر متقابل این پدیده‌ها بر یکدیگر به دقت بررسی شود (رجایی، ۱۳۹۲).

بنابراین بررسی مشکلات مربوط به انتخاب مکان مناسب برای توسعه شهرها، چگونگی استقرار سکونتگاه‌ها در محدوده شهرها و اثرات توسعه شهر روی ساختار زمین و زمین‌های اطراف و نظیر این‌ها، موضوعات مورد مطالعه جیومورفولوژی شهری هستند.

بسیاری از شهرها در مسیر دریاها، و یا به امتداد خطوط ساحلی توسعه پیدا کرده‌اند. همچنین بعضی از شهرها نیز تحت تأثیر واحدهای جیومورفولوژی، نوعیت خاک، ساختمان زمین‌شناسی و یا نوع پوشش گیاهی شکل گرفته‌اند. براین اساس می‌توان گفت که عوامل طبیعی نقش اصلی در استقرار و توسعه چنین شهرها داشته‌اند. در واقع، نحوه شکل‌گیری و مکان‌یابی عناصر و بخش‌های مهم و رابطه آن‌ها با یکدیگر تحت تأثیر عوامل طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، اداری، نظامی و خصوصیات فضایی و همچنین، رابطه آن‌ها با سایر فعالیت‌ها قرار داشته است (زمردیان، ۱۳۷۸).

بناءً انتخاب محل مناسب برای شهرها یکی از دستاوردهای مهم تمدن بشری بوده، که از گذشته‌های دور تاکنون نقش عمده‌ای در زندگی انسان‌ها ایفا کرده است. ایجاد و توسعه شهرها نه‌تنها به دلیل نیازهای حیاتی و معیشتی انسان، بلکه برای فراهم‌سازی بسترهای مناسب برای روابط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی شکل گرفته است. از نگاه جغرافیایی، شهر یک پدیده فضایی و مکانی می‌باشد که با ویژگی‌های خاص محیطی و طبیعی خود مطابقت دارد. مکان‌یابی شهرها به شدت تحت تأثیر عوارض طبیعی همچون کوه‌ها، دشت‌ها، سواحل، دره‌های سرسبز و دریاها قرار دارد و این عوامل بر شکل‌گیری و توسعه شهرها تأثیر به‌سزایی دارند. در افغانستان، خصوصیات جغرافیایی و توپوگرافی منطقه نقش مهمی در مکان‌یابی شهرها و نحوه‌ای برنامه‌ریزی شهری دارد. از این‌رو، بررسی دقیق توپوگرافی کوهستانی، نیمه‌کوهستانی و دشت‌های هموار افغانستان به شناخت بهتر از چالش‌ها و فرصت‌های موجود برای توسعه شهری در این مناطق کمک می‌کند.

اکبری‌ان و درتاج (۱۳۹۲)، تحقیقی را تحت عنوان "تعیین مناطق مناسب به منظور توسعه فیزیکی شهرها بر مبنای پارامترهای ژئومورفولوژی در مورد شهر بانه (ایران) انجام داده‌اند که نتیجه بدست آمده نشان می‌دهد که شهر بانه با محدودیت‌های زیادی مواجه است. با توجه به اینکه بانه از شهرهای تجاری ایران است روند شتابان توسعه شهری دارد، بنابراین لازم است؛ تا مسئولین مربوطه به منظور پیشگیری از بروز مخاطرات، از پیشروی در نواحی سکونت‌گاهی به سمت نواحی با تناسب کمتر و خیلی کم جلوگیری کنند.

حیدری (۱۳۹۴)، تحقیقی را تحت عنوان "طراحی شهری پایدار در اقلیم سرد و کوهستانی" انجام داده است که نتیجه بدست آمده نشان می‌دهد، با توجه به جمع‌بندی و اصول اقلیمی استخراج شده در بافت و ساخت شهر، در اقلیم سرد و کوهستانی می‌توان معیارهای سازنده‌ای را در طراحی ساخت و بافت شهر جهت کاهش مصرف انرژی و آسایش اقلیمی بیشتر در مقیاس خورد و کلان عنوان کرد.

ملکی و عزیزی (۱۳۹۳)، تحقیق را تحت عنوان "تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر پاوه با تأکید بر عوارض جیومورفولوژی" انجام داده‌اند، نتیجه تحقیق نشان می‌دهد که توسعه فیزیکی شهر نباید با روند گذشته ادامه یابد زیرا که خطرات در آینده آن را تهدید می‌کند.

رسولی و شیرمحمدی (۱۳۹۹)، تحقیق را تحت عنوان "تحلیل الگوی توسعه فیزیکی شهرهای نواحی بیابانی با رویکرد آینده نگاری در مورد شهر یزد" انجام داده بودند که نتایج بیانگر احتمال تحقق سناریوهای مطلوب با ویژگی‌های همکاری نزدیک بین بخش دولتی و خصوصی است. نهادهای مدیریت شهری در این راستا در حال اجرای مدیریت یک‌پارچه و واحدی هستند تا موازی کاری شهری کاهش یافته و بیشترین شفافیت برای مردم فراهم گردد.

رضا علی و سادات حسینی (۱۴۰۰)، مقاله را تحت عنوان "تأثیر سیاست‌های فضایی در توسعه پایدار شهرهای بیابانی" انجام داده‌اند که نتایج تحقیق نشان می‌دهد: از منظر جغرافیای طبیعی، با توجه به ارتباط متقابل فضا و سیاست، جمع‌آوری زمینه‌های کسب و گسترش توسعه در شهرهای بیابانی، نسبت به شهرهای ساحلی و کوهستانی، مشکل‌تر و نیازمند مدیریت سازمان‌یافته و هدفمند سیاسی- فضایی است. بنابراین، می‌توان تأثیرات آب و هوایی بر مسائل سیاسی، اقتصادی و فرهنگی و بر شکل‌گیری ساخت و بافت‌های سیاسی- اجتماعی گروه‌های انسانی را در مکان‌های شهری در چهارچوب حوزه سیاست فضای شهری جست‌وجو کرد.

حجازی، کرمی و حبیب‌زاده (۱۴۰۳)، تحقیق را تحت عنوان "ارزیابی مناطق مناسب برای توسعه فیزیکی در شهر ماکو با استفاده از روش تصمیم‌گیری الکترونیک - فازی در محیط Arc GIS" انجام دادند که نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد مناسب‌ترین مسیر برای توسعه آتی شهر ماکو، سمت شرقی و غربی تا حدی جنوب شرقی این شهر است.

۱.۱. اصطلاحات توپوگرافیک

شهرها یکی از پدیده‌های بشری در محیط‌زیست به‌منظور اسکان، تأمین معیشت، داشتن روابط اجتماعی و اقتصادی و مانند آن‌ها به حساب می‌روند. شهر قبل از هر مفهومی یک پدیده مکانی و فضایی است، شهر به دلیل مکان‌یابی در محیط، یک خصلت جغرافیایی دارد. احساس لزوم تثبیت در یک نقطه و احتیاج به زندگی در کنار یکدیگر و ملزومات آن، انسان را وادار نموده که هماهنگ با محیط طبیعی و داده‌های ساختمانی محیط اطراف خود به ایجاد مسکن دست بزند. از دید جغرافیایی، شهر منظره‌ای مصنوعی از جاده‌ها، ساختمان‌ها، دستگاه‌ها و بناهایی است که زندگی شهری را امکان‌پذیر می‌سازد (زمردیان، ۱۳۷۸).

اصولاً شهرها در آغاز تشکیل، منطقه کوچکی از زمین‌ها را به خود اختصاص می‌دهند و هر قدر توسعه بیشتر پیدا کنند، احتمالاً با واحدهای توپوگرافی و اشکال زمین‌شناسی بیشتری مواجه خواهند شد. شهرها در بستر مکان‌های مناسب و قابل سکونت شکل می‌گیرند و از اشکال مختلف مکان‌ها تبعیت می‌کنند، چون ساختار مکان‌ها باهم متفاوت است؛ بنابراین، سیمای متفاوتی از خود بروز می‌دهند (نگارشی، ۱۳۸۲).

در مطالعات و بررسی‌ها ویژگی‌های طبیعی و جغرافیایی، آشنایی و شناخت محیط طبیعی شهرها و بخش‌های اطراف آن و همچنین تأثیر آن بالای منطقه تحت نفوذ شهری، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بدیهی است که نقش موقعیت جغرافیایی قرار گرفتن شهرها در حاشیه دریاها، کوه‌ها، دره‌ها و دشت‌ها، شرایط آب و هوایی و سایر عوامل فیزیوگرافیکی دیگر بر روی ساکنان شهری، از اهمیت بیشتری برخوردار است (نادرصفت، ۱۳۷۹).

عوارض جیومورفولوژیکی در شکل‌گیری و چگونگی توسعه روستاها و شهرها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. دشت‌ها و دامنه‌های کوهستانی از جمله عوارض مهم بوده؛ که در این زمینه مؤثر می‌باشند. ساختار برخی از روستاها و شهرها به تبعیت از عوارض مورفولوژیکی دشت و دامنه‌ها در تقابل با یکدیگر قرار دارند؛ طوری که روستاها و شهرهای نیمه کوهستانی از گستردگی در سطح برخوردارند و معمولاً بافت شعاعی یا شطرنجی دارند در حالی که روستاها

و شهرهای دامن‌های از این ویژگی برخوردار نیستند و دارای بافت پلکانی (تپه‌ای) می‌شوند (رنجبر، ۱۳۹۰).

در ارتباط با عوامل طبیعی، شهرهای سنتی افغانستان، خود را به نحوی با محیط مطابقت داده‌اند که گویی خود جزئی از محیط می‌باشند. برای مثال یک شهر کوهستانی افغانستان، همان خصوصیتی را دارا است که شرایط کوهستانی آن محیط ایجاد می‌کند مثال خوب از این شهر را می‌توان از ولسوالی واخان ولایت بدخشان یاد کرد. در مناطق بیابانی، شهرها به نحوی شکل گرفته‌اند که تابعی از شرایط محیطی بیابانی هستند مثال این گونه می‌تواند ولسوالی اندخوی ولایت فاریاب که در دشت‌های هموار شمال افغانستان اخذ موقعیت نموده است، می‌باشد. تأثیر شرایط ویژه توپوگرافیک در انتخاب مکان‌های مناسب و استقرار فعالیت‌های اساسی و شکل سیمای فیزیکی شهرها، مطالعات ناهمواری‌های روی زمین را جزء اولویت‌ها قرار داده است (مرصوسی، ۱۳۸۸).

توپوگرافی افغانستان سه نوع است: توپوگرافی کوهستانی، توپوگرافی نیمه‌کوهستانی و توپوگرافی دشتی (بیابانی).

هر یک از توپوگرافی‌های مذکور، شرایط زیستی و اکولوژیکی خاصی را ارائه می‌دهند. به طور کلی، می‌توان گفت شرایط زندگی و سکونت در ناهمواری‌های نیمه‌کوهستانی و یا دشت‌ها آسان‌تر از شرایط سکونت در ناهمواری‌های کوهستانی و بیابانی بوده است؛ لذا بیشتر شهرهای افغانستان در این گونه ناهمواری‌ها استقرار یافته‌اند.

در ادامه به انواع توپوگرافی‌ها و نقش آن‌ها در مکان‌یابی شهرهای کشور و چگونگی برنامه‌ریزی شهری در این شهرها اشاره می‌شود.

۲.۱. توپوگرافی مناطق کوهستانی

در مناطق کوهستانی به دلیل کمبود و یا عدم موجودیت زمین‌های مناسب تولیدی در عرصه زراعتی وجود نداشته و یا این که در حدی نبوده است که بتواند به صورت مازاد تولیدات مبادله شود. از سوی دیگر، ساکنین این مناطق عمدتاً پیشه مالداري دارند که به تبعیت از چراندن مواشی، به ییلاق و قشلاق می‌روند. این عدم وابستگی پایدار به محیط طبیعی، در کنار حالت خاص فزیوگنومی (شکل ظاهری زمین)، وجود شیب زیاد، زمین‌های صخره‌ای و سنگلاخی، ناهموار و صعب‌العبور بودن، محدودیت فضا و زمین، فقدان خاک مناسب، شرایط نسبتاً سخت اقلیمی و امثال آن، از مهم‌ترین دلایل کمبود تعداد شهرها و تکوین کانون‌های شهری در نواحی کوهستانی به حساب می‌روند (زمردیان، ۱۳۷۸).

شهرهای کوهستانی در ارتفاع بالاتر از ۱۵۰۰ متر از سطح بحر قرار دارند، از نظر آب و هوا و هوای مشابهی با آب و هوای عرض‌البلدهای بالا و یا مناطق قطبی دارند. زمستان‌های نسبتاً طولانی، بارش برف قابل توجه، یخبندان و مواردی از این قبیل از ویژگی‌های اقلیمی این نوع شهرها به حساب می‌آیند. این نوع شهرها با داشتن هوای سرد و سالم خود در تابستان‌ها به عنوان مراکز مهم توریستی، تفریحی و بیلاقی به ایفای نقش می‌پردازند و به علت ماندگاری برف در زمستان نیز از مراکز ورزش‌های زمستانی (مانند اسکی) به‌شمار می‌روند.

در شهرهای کوهستانی از لحاظ مهندسی می‌باید بام ساختمان‌ها و بناها به گونه‌ای طراحی شوند که توان نگهداری برف‌های سنگین را داشته باشند. خانه‌های مسکونی و ساختمان‌های اداری، تجاری و صنعتی باید دیوارهای ضخیم و پنجره‌ها شیشه‌های دوجداره داشته باشند؛ تا از ورود سرما به داخل و خروج گرما به خارج از ساختمان جلوگیری شود. با این رویکردها می‌توان هزینه‌های سوخت را کاهش داد. تأمین انرژی کافی از مهم‌ترین مسائل در برنامه‌ریزی‌ها و وظایف مسؤولان شهری است و همواره باید سطح سرک‌ها (که غالباً شیب‌دار هستند) برف‌روبی گردد تا حمل‌ونقل و تردد درون شهری به سهولت انجام گیرد. احداث کارخانه‌هایی نظیر کولرسازی، یخچال‌سازی و موارد از این قبیل در چنین شهرها رونق چندانی ندارند و بالعکس صنایع پوست و البسه گرم رواج خوبی خواهند داشت (پنجشیری، ۱۳۶۰).



شکل ۱. نمای شهر کابل (کابل من، بی‌تا)

در این شهرها ناهمواری و شیب از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده جهت توسعه شهر به شمار می‌رود. در شهرهای کوهستانی، ساخت فضا به هم چسپیده و کوچه‌ها و گذرگاه‌های درون شهری تنگ و باریک است. شیب زیاد مهم‌ترین عامل محدود کننده توسعه و گسترش این گونه شهرها است. شهرهای مذکور تا آن‌جا که شیب زمین اجازه دهد، با خاک برداری مصنوعی و ایجاد سطوح تراس مانند بر روی دامنه‌ها گسترش می‌یابند و در جایی که این

امکان نباشد، دره‌های مجاور شهرها، یکی پس از دیگری تسطیح می‌گردند و به سطح شهری تبدیل می‌شوند. شهر کابل، پنجشیر، نورستان، بدخشان مثال خوبی از چنین شهرها می‌باشند. برای مناطق کوهستانی می‌توان با توسل به یک برنامه‌ریزی صحیح و دقیق کارکردهای ذیل را تبیین نمود:

- استقرار شهرها یا شهرک‌های توریستی، تفریحگاه‌های ورزشی و استراحت‌گاه برای جلب و جذب توریست‌های داخلی و خارجی؛
 - یکی دیگر از رایج‌ترین و در عین حال کارآمدترین نقش‌ها در شهرهای کوهستانی بهره‌گیری از توان معدنی و ذخایر معدنی موجود آن‌ها می‌باشد. به عنوان نمونه استفاده پایدار از منرال‌ها و سنگ‌های ساختمانی، یکی از بخش‌های مهم فعالیت‌های معدنی در این نواحی به‌شمار می‌آید؛
 - اجزای طرح‌های مربوط به مدیریت پایدار جنگلات و ترویج فرهنگ غرس نهال‌ها برای سرسبزی بیشتر؛
 - اجزای طرح‌ها و پروژه‌های مربوط به استفاده از منابع آب با احداث بندهای آب، به منظور استفاده از آب پاک برای مصرف آب مردم ساکن در شهرهای کوهستانی، نیمه کوهستانی و دشت‌های هموار.
- لازم به ذکر است که در این نوع شهرها مسائل و مشکلات ناشی از حوادث محیطی و طبیعی مانند: سیلاب‌ها، ریزش تخته‌سنگ‌ها، لغزش زمین و برف‌کوچ را نباید از نظر دور داشت (کمسابی، ۱۳۸۴).

۳.۱. توپوگرافی نیمه‌کوهستانی

ناهمواری‌های نیمه‌کوهستانی به زمین‌های اطلاق می‌شود که بدون واسطه در دامنه کوه‌ها قرار دارند و با شیب نسبتاً ملایمی از کوه‌ها فاصله می‌گیرند. دشت‌های نیمه‌کوهستانی ویژگی‌های دارند که این ویژگی‌ها، امکان معیشت و مالداري، و امکانات توریستی را فراهم نموده و موجب شکل‌گیری بسیاری از شهرهای مهم افغانستان در این نواحی شده است. این ویژگی‌ها عبارت انداز: شیب ملایم، قابلیت حرکت آب‌های جاری و نفوذ آب‌ها در آن به دلیل نوع دانه‌بندی خاک، حاصل‌خیز بودن خاک‌های این اراضی، دارا بودن ذخایر بزرگ آب‌های زیرزمینی و امکان بهره‌برداری از آن‌ها به روش‌های سنتی (چاه و کاریز)، قرار گرفتن در مسیر خروجی آب‌های سطحی، مانند: چشمه‌های حاصل از ذوب تدریجی برف‌های ارتفاعات، آب و هوای خوب، تأمین امنیت در مقابل تهاجم بیگانگان، امکان توسعه مراکز گردشگری و تفریحی و ورزش‌های

زمستان و در نهایت سهولت راه‌های ارتباطی به دلیل فقدان عوارض طبیعی شدید است (روستایی، ۱۳۸۶).



شکل ۲. نمای شهر اسعدآباد ولایت کنر (محمدی، ۱۳۹۷)

شهرهای نیمه‌کوهستانی از نظر آب و هوایی تقریباً معتدل است، با این تفاوت که ضریب برف و فصل سرد در آن‌ها نسبتاً بیشتر است. نسیم کوه و جلگه یکی از عناصر اقلیمی است که به خوبی این نوع شهرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و هوای پاک و سالم این‌گونه شهرها نقش بی‌یلاقی و تفریحگاهی آن‌ها را نیز برجسته می‌سازد. تعداد روزهای آفتابی و بارانی در شرایطی مناسب بوده که مزاحمت‌های آب و هوایی آن‌ها در مقایسه با مناطق کوهستانی و بیابانی ناچیز می‌باشد. طور کلی تعداد شهرهای نواحی نیمه‌کوهستانی نسبت به مناطق کوهستانی بیشتر بوده و از یک پراکندگی منظم‌تر برخوردار می‌باشد؛ زیرا مناطق نیمه‌کوهستانی به صورت یک نوار تقریباً ممتد، به موازات و در امتداد رشته کوهی گسترش یافته و از هوای معتدل، خاک نسبتاً خوب و آب تقریباً کافی (دریاها و چشمه‌ها) برخوردارند. شهرهای مستقر در دشت‌های نیمه‌کوهستانی از نظر زمین و فضا مشکلات کمتری نسبت به شهرهای کوهستانی دارند. گسترش و توسعه فیزیکی این نوع سکونت‌گاه‌ها معمولاً از یک سمت با مانع برخورد می‌کنند. در قسمت‌های بالادست دشت‌های نیمه‌کوهستانی وجود کوه، شیب زیاد، تخته‌سنگ‌ها، قطعه‌سنگ‌ها از موانع و تنگناهای توسعه فضایی به‌شمار می‌آیند؛ از این‌رو، در این بخش‌ها شهر به کندی گسترش می‌یابد؛ اما در عرض از سه‌سو مخصوصاً به سمت دشت تقریباً مانعی بر وسعت یافتن شهر وجود ندارد (روستایی، ۱۳۸۶).

۴.۱. توپوگرافی دشتی (هموار)

دشت‌های مسطح و وسیع، سطوح پست و هموار و دارای شیب کم هستند که به‌ویژه در مناطق معتدل و مرطوب شرایط مساعدی را از نظر استقرار سکونت‌گاه‌های شهری، طرق ارتباطی و غیره را فراهم می‌سازند. لازم به ذکر است که دشت‌های مناطق خشک و بیابانی مانند اکثر دشت‌های افغانستان، به دلیل شرایط نامساعد جغرافیایی، محیط مطلوبی برای استقرار انسان‌ها و به تبع آن سکونت‌گاه‌های شهری نمی‌باشند. در این نواحی، حیات انسان‌ها تنها در واحه‌ها مقدور است. واحه در بیابان‌ها به مکانی اطلاق می‌شود که دارای آب کافی و خاک نسبتاً خوب بوده و در آن امکان سکونت انسان‌ها وجود دارد. سطح قابل توجهی از افغانستان را بیابان‌ها و دشت‌ها فراگرفته‌اند و آبادی‌های حاشیه آن‌ها همچون هرات، زرنج، فراه، مزارشریف، شبرغان، اندخوی، لشکرگاه و غیره از دیرباز مراکز مدنیت و هنر، صنعت و حتی زراعتی بوده‌اند.

شهرهای مناطق پست و هموار اگر مربوط به عرض البلد‌های متوسط و یا نسبتاً بالا باشند از شرایط اقلیمی مطلوبی برخوردارند و مشکلات ناشی از آب و هوا در آن‌ها ناچیز است؛ اما اگر این شهرها در عرض البلد‌های پایین و به عبارتی در نزدیکی صحرای و بیابان‌های کنار مناطق حاره مستقر باشند، طبعاً یک میکروکلیمای واحه‌ای نسبتاً مناسب را دارا خواهند بود؛ در حال که سایر شرایط آب و هوایی برای ساکنان آن‌ها نامطلوب است. در این شهرها ساختمان‌ها باید به گونه‌ای بنا شوند که انرژی خورشیدی کمی دریافت کنند و دارای بادگیر باشند (مانند بناهای موجود در هرات، فراه، زرنج، ...). احداث کارخانه‌جات و صنایع مربوط به وسایل خنک‌کننده و تهویه مطبوع، یخچال‌سازی، گسترش حوض‌های شنا، پارک‌ها و فضای سبز و امثال آن از جمله اقداماتی است که در برنامه‌ریزی‌های دولت باید به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرد (اصغری‌مقدم و رجبی، ۱۳۸۵).

در شهرهای واحه‌ای، به دلیل محدودیت زراعتی، نقش‌های خدمات وصفی اهمیت بیشتری می‌یابد. همچنین این شهرها عمدتاً در مسیر راه‌های کاروان‌ها (راه‌های ترانزیتی) واقع شده و دارای نقش اقامتی و پذیرایی بوده‌اند. این شهرها به دلیل عدم وجود موانع طبیعی در آن‌ها و هجوم و غارت پیوسته در طول تاریخ، به وسیله دیوارهای مستحکم و عریض احاطه می‌شدند و به همین دلیل این شهرها را «دژشهر» و یا شهرهای «تیپ‌قلعه» می‌نامند. در همین رابطه گروتس‌باخ می‌نویسد: شهرهای مهم تاریخی افغانستان در سال‌های ۱۸۳۰م، کابل (۶۰۰۰۰ نفر)، قندهار (۳۰۰۰۰ نفر) و هرات (۴۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ نفر) بودند که در اطراف محله‌های

مسکونی و بازارهای این شهرها، حصار و دیوارهایی کشیده شده بودند. این شهرها هم مراکز قدرت محسوب می‌شدند و هم نقش تجارتي و بازرگانی داشتند، این روابط تجاری میان افغانستان - هند و بخارا از طریق کابل، میان هند و ایران از طریق قندهار و بین ایران و بخارا از طریق هرات انجام می‌شدند. از لحاظ اقتصادی خلم (تاشقرغان) در شمال کشور پا به پای شهرهای بزرگ از مراکز تجاری راه دور به‌شمار می‌رفت؛ زیرا کاروان‌های هندوستان، کابل، بخارا، هرات، بدخشان و ترکستان شرقی (نام منطقه بزرگ که در سابق شامل شهرهای تاریخی کاشغر، ختن، یاکند، تورفان، اوچا، و ارومچی را شامل بود) در این نقطه به هم تلاقی می‌کردند (گروتس باخ، ۱۳۶۸).



شکل ۳. نمای شهر مزار شریف (پژواک، ۲۰۱۹)

برخلاف نواحی کوهستانی به‌دلیل هموار بودن زمین، عوارض آن مانعی برای گسترش شهرها محسوب نمی‌شود. وجود زمین‌های هموار، کم عارضه و کم شیب نیاز به عملیات آماده‌سازی، تسطیح زمین و زیرسازی مواردی مشابه برای اکثریت فعالیت‌های انسانی به حداقل رسانیده است. از این‌رو عملیات شخم و فعالیت‌های زراعت، احداث انواع سرک‌ها و به خصوص خطوط ریل، استقرار میدان هوایی (که شهرهای کوهستانی و امثال آن‌ها به مشکلات عدیده‌ای روبرو اند)، فعالیت‌های ساختمانی و به‌طور کلی انواع ساخت‌وسازهای شهری (احداث سرک‌ها، انتقال خطوط شبکه آبرسانی، برق‌رسانی، گازرسانی و انتقال فاضلاب‌های شهری)، به سهولت و با صرف کمترین هزینه و زمان امکان‌پذیر است. شهرهای مستقر در دشت‌ها و جلگه‌ها (به‌خصوص در مناطق معتدل و مرطوب) کم‌تر از بقیه تیپ‌های شهری دچار حوادث طبیعی جیومورفیک می‌شوند. شهرهای هرات، مزارشریف، قندهار، سپین‌بولدک، شبرغان، قلات، زرنج، لشکرگاه، اندخوی، فراه و شیندند نمونه‌هایی از شهرهای دشتی (مناطق هموار) و جلگه‌ای افغانستان به‌شمار می‌روند (اصغری‌مقدم و رجبی، ۱۳۸۵).

۲. مواد و روش (Material and Method)

روش تحقیق حاضر براساس هدف از نوع کاربردی و از نگاه ماهیت داده‌ها تحلیلی- توصیفی بوده که جمع‌آوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای انجام شده است. در این تحقیق برای رسیدن به اهداف نخست منابع مرتبط و معتبر از سایت‌های معروف و با اعتبار بلند جمع‌آوری و مدیریت گردیده، ثانیاً نظریات ترتیب‌بندی و با روش آماری تحلیلی- توصیفی مبتنی بر روش‌شناسی کیفی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این تحقیق سعی صورت گرفته است تا اهمیت توپوگرافیک و نقش آن در مکان‌گزینی شهرهای افغانستان برجسته گردد.

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

افغانستان دارای ۳۴ ولایت و تقریباً ۴۰۰ ولسوالی بوده که مساحت آن ۶۵۲۸۶۰ کیلومتر مربع می‌باشد. این کشور در جنوب غربی آسیا بین عرض البلد‌های ۲۹ درجه، ۲۲ دقیقه، ۵۳ ثانیه غربی و ۳۸ درجه، ۲۹ دقیقه، ۲۷ ثانیه شرقی قرار دارد. طبیعت افغانستان به‌خاطر کوه‌های سر به فلک کشیده و رودخانه‌های که از آن سرچشمه می‌گیرند، زیبا است. افغانستان دارای آب و هوای معطر و زیبا بوده طور که نسیم هر شهرش نسبت به شهر دیگر تفاوت‌های خاص خود را دارد. در مناطق مرکزی به علت ارتفاعات و بارندگی بیشتر، هوا از نواحی دیگر سردتر می‌باشد؛ ولی مناطق جنوب غربی به علت نبود برجستگی‌های مرتفع و بارندگی کم، دارای هوای گرم‌تر و تابستان‌های گرم و خشک و همچنین زمستان‌های معتدل‌تری می‌باشد. آب و هوای افغانستان روی هم رفته خشک و بری است و درجه حرارت آن نسبت به موضع و ارتفاع نقاط مختلف آن از سطح دریا تفاوت می‌کند. بلندترین قله افغانستان به نام نوشاخ به ارتفاع ۷۳۵۸ متر از سطح بحر و پایین‌ترین نقطه آن ولسوالی خم‌آب در ولایت جوزجان به ارتفاع ۲۳۷ متر از سطح بحر اخذ موقعیت نموده است. کوه‌های مذکور که دارای رشته‌های به طول صدها کیلومتر می‌باشند منبع ارزشمند ذخایر آبی و چشمه ساران زیبا است که رودخانه‌های خروشان دائمی و فصلی را به وجود می‌آورند و میلیاردها متر مکعب آب دریا‌های جاری کشور در اثر فیض‌بخشی طبیعت کوه‌های مغرور و سر به فلک کشیده تأمین می‌شود. علاوه بر موارد فوق کوه‌های مزبور دارای انواع معادن بزرگ و غنی بوده که ارزش آن‌ها به تریلیون‌ها افغانی خواهد رسید و به عنوان یک ظرفیت عظیم برای توسعه و انکشاف کشور تلقی می‌گردد (شورماچ نورستانی، ۱۳۵۰).

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

افغانستان به عنوان یکی از کشورهای با خصوصیات کوهستانی، دارای زمین‌های هموار و ناهموار، تأثیرات عمیقی بر مکان‌یابی شهرها و مناطق مسکونی دارد.

شهرهای کوهستانی افغانستان در میان مرتفع‌ترین و دیدنی‌ترین نقاط این کشور قرار دارند. این کشور با داشتن رشته‌کوه‌های بزرگ مانند هندوکش شرقی و غربی، پامیر، بابا، تیریند ترکستان، خواجه محمد، سفیدکوه، سیاه کوه و سلیمان، یکی از کوهستانی‌ترین کشورهای جهان به شمار می‌آید. بسیاری از شهرها و ولایات این کشور در دامنه‌ها و مناطق کوهستانی قرار گرفته‌اند و به دلیل طبیعت بکر، هوای پاک، دریا‌های خروشان و چشمه‌های زلال آب شیرین و فرهنگ‌های خاص مردمان ساکن در مناطق کوهستانی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. شهرهای مثل کابل، غزنی، بامیان، بدخشان، پنجشیر، نورستان، دایکندی، ولسوالی‌های کوهستانات در ولایت سرپل و کوهستان در ولایت کاپیسا که نامش از موقعیت جغرافیایی کوهستانی آن گرفته شده، از عمده‌ترین شهرهای کوهستانی محسوب می‌شوند. این شهرها با کوه‌های مرتفع و دره‌های سرسبز، یکی از مناطق دیدنی با فرصت‌های گردشگری را تشکیل می‌دهند. مردم این منطقه به کارهای زراعت، مالدار، جنگل‌داری و پرورش طیور مشغول می‌باشند و سبک زندگی سنتی دارند. از ویژگی‌های مشترک شهرهای کوهستانی افغانستان می‌توان از آب و هوای معتدل و سرد، زندگی مشترک و سنتی و دارای مکان‌های مهم تاریخی یاد کرد. قابل یادآوری است که شهرهای کوهستانی افغانستان با داشتن طبیعت زیبا، تاریخ غنی و فرهنگ‌های خاص خود، از اهمیت بالایی برخوردارند. این مناطق نه تنها برای زندگی مردم محل مهم هستند؛ بلکه به عنوان مقاصد گردشگری نیز پتانسیل زیادی دارند و مورد توجه کوه‌نوردان و علاقمندان داخلی و خارجی قرار می‌گیرند.

شهرهای نیمه کوهستانی افغانستان به شهرها و مناطقی گفته می‌شود که در نزدیکی رشته‌کوه‌ها و ارتفاعات قرار دارند. افغانستان به دلیل موقعیت جغرافیایی‌اش، دارای تعداد زیادی شهر و منطقه در نزدیکی کوه‌ها و دامنه‌های کوهستانی است. برخی از این شهرها به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی خود، دارای ویژگی‌های طبیعی، تاریخی و فرهنگی منحصر به فرد هستند. تعداد زیادی از ولسوالی‌های ولایات همچون بدخشان، بامیان، پنجشیر، دایکندی، تخار، نورستان و میدان وردک از لحاظ جغرافیایی در این مناطق موقعیت دارد. از ویژگی‌های مشترک شهرهای نیمه کوهستانی افغانستان، می‌توان به محیط طبیعی بکر و آب و هوای کمتر سرد نسبت به مناطق شهرهای کوهستانی اشاره کرد.

شهرهای دشتی (هموار) افغانستان در دشت‌ها و زمین‌های هموار این کشور قرار گرفته‌اند. این مناطق برخلاف نواحی کوهستانی، دارای زمین‌های هموارتر و شرایط مناسب‌تری برای زراعت و مالداري هستند. دشت‌ها معمولاً در مناطق جنوب، غرب و شمال افغانستان بیشتر دیده می‌شوند و از نظر اقتصادی و اجتماعی اهمیت زیادی دارند. مهم‌ترین شهرهای دشتی افغانستان از قبیل: قندهار، هلمند، هرات، فراه، نیمروز، جوزجان، مزارشريف، اندخوی و کندز می‌باشند. ویژگی‌های مشترک شهرهای دشتی از این قرار است: زراعت و مالداري، تجارت و ارتباطات، آب و هوای گرم و جمعیت زیاد می‌باشد. شهرهای دشتی افغانستان به دلیل داشتن زمین‌های هموار و منابع طبیعی غنی، از اهمیت زیادی برخوردارند. این شهرها مراکز اصلی زراعت، مالداري و تجارت در افغانستان را تشکیل داده و نقش مهمی در اقتصاد و توسعه این کشور ایفا می‌کنند. مناطق دشتی به دلیل شرایط بهتر برای کشاورزي و سکونت، جمعیت بیشتری نسبت به مناطق کوهستانی دارند و اغلب به عنوان مراکز فرهنگی و تاریخی نیز شناخته می‌شوند.

ویژگی‌های طبیعی و جغرافیایی هر منطقه در برنامه‌ریزی شهری اهمیت بسیاری دارند. شناخت دقیق از شرایط توپوگرافی و جغرافیایی مناطق مختلف، به شهرسازان و مدیران شهری کمک می‌کند؛ تا بهترین استراتژی‌های توسعه‌ای را انتخاب کنند و شهرهای پایدار و قابل زندگی را ایجاد نمایند.

۴. مناقشه (Discussion)

وجود محدودیت‌های جیومورفولوجی و توپوگرافی در مناطق کوهستانی سبب شده تا بحث مکان‌یابی در این مناطق نسبت به مناطق ضروری‌تر باشد. با توجه به آسیب‌پذیر بودن شهرها در این مناطق، مکان‌یابی باید به صورتی باشد که شهرها در خارج از مناطق مخاطره‌آفرین قرار گیرند. بنابراین، باید مطابق با اصول صحیح جیومورفولوجی شهری، مناطقی که پتانسیل بالایی جهت وقوع مخاطرات دارند، شناسایی شوند. در مناطق مرکزی افغانستان توپوگرافی ناهموار و وضعیت ساختار زمین‌شناسی آن سبب شده است تا مناطق آسیب‌پذیر نسبت به سایر مناطق بیشتر باشد.

توپوگرافی و ویژگی‌های جغرافیایی همواره از عوامل کلیدی در مکان‌یابی و توسعه شهرها بوده‌اند. افغانستان، به عنوان کشوری با توپوگرافی متنوع نمونه‌ای بارز از این تأثیرات است. با این حال، چالش‌ها و فرصت‌های که از این تنوع جغرافیایی ناشی می‌شود، موضوع بحث میان محققان و سیاست‌گذاران است. اهمیت توپوگرافی در انتخاب مکان‌های مناسب شهری در

افغانستان از جنبه‌های مختلف بررسی می‌شود. برخی محققان معتقدند که توپوگرافی نقش اساسی در تعیین موقعیت شهرها در افغانستان ایفا کرده است. مناطق کوهستانی، مانند کابل، بامیان و بدخشان به دلیل امنیت نسبی، منابع طبیعی غنی مانند آب شیرین و مراتع و جاذبه‌های گردشگری، مکان‌های ایده‌آلی برای سکونت و توسعه اقتصادی محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، دشت‌ها، مانند قندهار و هرات، به واسطه زمین‌های هموار و قابلیت کشاورزی، مراکز اقتصادی مهمی به شمار می‌روند. این دیدگاه تأکید دارد که برنامه‌ریزی شهری باید متکی بر شناخت عمیق از ویژگی‌های جغرافیایی باشد تا از منابع طبیعی و ظرفیت‌های بالقوه هر منطقه به بهترین نحو بهره‌برداری شود. در مقابل، گروهی از محققان بر این باورند که توپوگرافی دشوار افغانستان، به‌ویژه در مناطق کوهستانی، چالش‌های عمده‌ای برای توسعه شهری ایجاد کرده است. محدودیت در زیرساخت‌ها، دسترسی ضعیف به خدمات اساسی، و خطرات طبیعی مانند زمین‌لغزش و سیلاب، از جمله مشکلاتی هستند که شهرهای کوهستانی با آن مواجه‌اند. این دیدگاه پیشنهاد می‌کند که برای توسعه پایدار شهری، سرمایه‌گذاری بر تکنولوژی‌های مدرن و زیرساخت‌های مقاوم در مناطق ناهموار ضروری است. برخی محققان معتقدند که در کنار توپوگرافی، عوامل انسانی مانند سیاست‌های دولت، تحولات اجتماعی - فرهنگی و مهاجرت‌های داخلی نیز تأثیر قابل توجهی بر مکانیابی شهرها داشته‌اند. این گروه استدلال می‌کند که صرفاً تکیه بر ویژگی‌های جغرافیایی کافی نیست و برنامه‌ریزی شهری باید رویکرد جامع داشته باشد که ترکیبی از ملاحظات جغرافیایی و انسانی را در نظر گیرد. برای مثال، تمرکز بیش از حد بر مناطق دشتی برای بهره‌برداری کشاورزی ممکن است تعادل اکولوژیکی و توسعه مناطق کوهستانی را به خطر بیندازد.

توپوگرافی، با وجود نقش حیاتی خود، تنها یکی از عوامل تأثیرگذار بر مکانیابی و توسعه شهری است. برای توسعه پایدار افغانستان، ترکیب استراتژی‌های جغرافیایی، اجتماعی و اقتصادی ضروری است. وزارت شهرسازی باید با استفاده از فناوری‌های نوین، ظرفیت‌های طبیعی را تقویت کرده و بر چالش‌های زیرساختی در مناطق ناهموار غلبه کنند. همچنین، توسعه متوازن میان مناطق کوهستانی و دشتی می‌تواند به کاهش نابرابری‌ها و تقویت اقتصاد ملی کمک کند.

اگر پذیرفته شود که مهم‌ترین هدف برنامه‌ریزان شهری تأمین رفاه شهرنشینان به وسیله ایجاد محیطی بهتر، سالم‌تر و مساعدتر است، بهتر است قبل از ایجاد شهرها یا پروژه‌های سنگین که به سرمایه‌های هنگفت و شرایط ایمنی بیشتری نیاز دارند، علاوه بر مطالعات دیگر،

به تحقیق‌های زمین‌شناسی و جیومورفولوجی نیز توجهی خاصی صورت گیرد؛ چون اغلب پروسه‌های جیومورفولوجیکی در شرایط عادی خود را بروز نمی‌دهند و به‌صورت مخفی باقی می‌ماند؛ ولی در شرایط مناسب باعث بروز حوادث ناگوار می‌گردند؛ مانند زمین‌لرزه‌ها، لغزش‌ها، طغیان رودخانه‌ها (نادر صفت، ۱۳۷۹).

ایجاد و توسعه شهرها در گذشته، اغلب دیدگاه‌های خاصی را مورد توجه قرار می‌داد و نقطه نظرهای مخصوصی را طلب می‌کرد و در مکان‌یابی شهرها بیشتر به مطالعات انسانی و اجتماعی اکتفا می‌شد؛ ولی امروزه غفلت از مطالعاتی نظیر جیومورفولوجی، زمین‌شناسی و هایدروولوجی خسارات هنگفتی را برای شهرها در پی خواهد داشت که همواره از طریق رسانه‌های گروهی اخبار ناگوار آن‌ها منتشر می‌شود که به‌طور نمونه می‌توان به سیل‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۳ مناطق مختلفی از کشور ایران مانند سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، فارس، بوشهر، خوزستان و گلستان را با صدمات و خسارات سنگین اشاره نمود (زمردیان، ۱۳۷۸).

در تحقیقات تذکر یافته که نقش توپوگرافیک در مکان‌یابی شهرهای افغانستان در مناطق کوهستانی، نیمه‌کوهستانی و هموار تاثیر اندکی دارد (عظیمی، ۱۳۹۵).

تحقیقی نشان می‌دهد که عوامل طبیعی از قبیل اشکال ناهواری‌ها، ساختمان‌های زمین‌شناسی، اقلیم، دریاها، زمین‌های حاصلخیزی زراعتی نقش سازنده در تهیه مسکن و محل رهاشی در افغانستان داشته و به شکل‌گیری شهرها نیز کمک خواهند کرد. همچنین، تأکید شده که در تاریخ به‌وجود آمدن شهرهای افغانستان، دو عامل اصلی (سبک‌های قدیمی و جدید) نقش کلیدی دارد. شهرهای اول سبک قدیمی و دوم شهرهای سبک جدید، شهرهای اولی بدون نقشه از بزرگ‌شدن چندین روستا بنابر ازدیاد جمعیت به شکل تصادفی ساخته شده و شهرهای نوع دوم به اساس نقشه‌های شهری ابتداء طرح و دیزاین گردیده، بعداً شهرها ساخته شده است (شورماچ نورستانی، ۱۳۵۰).

نتایج تحقیقات فعلی متضاد با تحقیقات عظیمی (۱۳۹۵) و موافق با تحقیقات نادر صفت (۱۳۷۹) و شورماچ نورستانی (۱۳۵۰) می‌باشد؛ یعنی توجه به عوامل طبیعی و انسانی در برنامه‌ریزی شهری، خصوصاً در افغانستان با ویژگی‌های جغرافیایی متنوع، نقشی کلیدی در توسعه پایدار ایفا می‌کند. درحالی‌که توپوگرافی و عوامل طبیعی همچون زمین‌لغزش‌ها، سیلاب‌ها و زلزله‌ها تأثیر مستقیمی بر مکان‌یابی شهرها دارند، بی‌توجهی به علوم زمین‌شناسی و جیومورفولوژی در برنامه‌ریزی، خسارات جدی به دنبال داشته است. از سوی‌هم، عوامل

انسانی مانند سیاست‌گذاری، تکنالوژی‌های نوین نظیر سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدیریت منابع نیز می‌توانند محدودیت‌های طبیعی را کاهش یا تقویت کنند. برای دستیابی به ساخت شهرهای پایدار، تلفیق مطالعات علمی با تصمیمات مدیریتی و استفاده از تکنالوژی‌های مدرن ضروری است، در حالی که بهره‌گیری از منابع بین‌المللی و رویکردهای جامع‌تر می‌تواند مسیر توسعه را بهبود بخشد.

عمده‌ترین چالش که در این تحقیق قابل مشاهده است، نداشتن کارت‌های اعتباری جهت خریداری مقالات مرتبط به موضوع از سایت‌های متعبر اینترنتی بوده که امید می‌رود این مشکلات به زودی حل شده؛ تا در بهبود تحقیقات بعدی از منابع معتبر علمی استفاده مؤثر صورت گیرد.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

در این تحقیق به اهمیت ویژگی‌های توپوگرافیکی در شکل‌گیری و توسعه شهرها پرداخته شده است. شهر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دستاوردهای تمدن بشری، نقش اساسی در شکل‌گیری و توسعه جوامع انسانی ایفا کرده است. این مقاله با بررسی تأثیرات ویژگی‌های توپوگرافیک بر توسعه شهری در افغانستان، به تحلیل چگونگی تأثیر شرایط جغرافیایی و طبیعی مختلف بر شکل‌گیری و گسترش شهرها پرداخته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که توپوگرافی مناطق کوهستانی، نیمه‌کوهستانی و دشتی هر یک با ویژگی‌های منحصر به فرد خود، فرصت‌ها و چالش‌های متفاوتی را برای توسعه شهری ایجاد می‌کنند.

۱. ویژگی‌های توپوگرافیک نقش مهمی در توسعه شهری ایفا نموده و شرایط جغرافیایی مانند: ناهمواری‌های زمین، نوعیت خاک، دسترسی به منابع آب و شرایط اقلیمی مستقیماً بر چگونگی گسترش و برنامه‌ریزی شهری تأثیرگذار هستند. این ویژگی‌ها به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در توسعه پایدار شهری شناخته می‌شوند و نیازمند توجه ویژه در فرآیندهای شهرسازی هستند.

۲. شکل‌گیری متفاوت شهرها براساس شرایط جغرافیایی نشان‌دهنده تنوع الگوهای توسعه شهری در افغانستان است. در مناطق کوهستانی به دلیل محدودیت‌های مانند: شیب زیاد و شرایط سخت اقلیمی، شهرها معمولاً کوچک‌تر و با تراکم بالاتری شکل می‌گیرند. در مقابل، مناطق نیمه‌کوهستانی و دشتی با فراهم بودن شرایط زیستی و اکولوژیکی، پذیرایی توسعه بیشتری هستند و شهرهای بزرگتری را به خود جذب می‌کنند.

۳. تقسیم‌بندی توپوگرافی افغانستان به سه نوع کوهستانی، نیمه‌کوهستانی و دشتی، نشان‌دهنده تنوع جغرافیایی و طبیعی این کشور است. هر کدام از این نوع توپوگرافی‌ها شرایط خاص خود را برای سکونت و توسعه شهری فراهم می‌کنند. شهرهای کوهستانی با محدودیت‌های زیادی مواجه بوده؛ در حالی که مناطق نیمه‌کوهستانی و دشتی با داشتن زمین‌های حاصل‌خیز و منابع آب فراوان، شرایط مناسبی برای توسعه شهری فراهم آورده‌اند.

۴. تأثیر مثبت مناطق نیمه‌کوهستانی و دشتی بر توسعه شهری، نشان می‌دهد که این مناطق به دلیل داشتن زمین‌های حاصل‌خیز، منابع آب کافی و شرایط آب و هوایی مساعد، مکان‌های مناسبی برای توسعه شهرها هستند. این مناطق علاوه بر امکان زراعتی، دسترسی به منابع طبیعی و زیرساخت‌های مدرن را نیز فراهم می‌کنند که نقش مهمی در جذب جمعیت و توسعه اقتصادی ایفا می‌نمایند. نهایتاً، نقش محوری موقعیت جغرافیایی در برنامه‌ریزی شهری، بر اهمیت شناخت دقیق از شرایط توپوگرافی و جغرافیایی مناطق مختلف تأکید دارد. این شناخت به شهرسازان و مدیران شهری کمک می‌کند؛ تا بهترین استراتژی‌های توسعه‌ای را انتخاب کرده و شهرهای پایدار و قابل زندگی ایجاد نمایند.

با توجه به موارد فوق، توصیه می‌شود که در پروسه‌های شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری در افغانستان، قبل از ایجاد شهرها یا پروژه‌های بزرگ که به سرمایه‌های هنگفت و شرایط ایمنی بیشتری نیاز دارند، علاوه بر مطالعات دیگر، به پژوهش‌های زمین‌شناسی و جیومورفولوژی نیز توجه خاص صورت گیرد؛ چون اغلب پروسه‌های جیومورفولوژیکی در شرایط عادی خود را بروز نمی‌دهند و به صورت مخفی باقی می‌مانند ولی در شرایط مناسب باعث بروز حوادث ناگوار می‌گردد مانند زمین لرزه، لغزش‌ها طغیان رودخانه‌ها، برف کوچ‌ها مشکلات مالی و جانی را به مردمان ساکن در شهرها را بوجود می‌آورد. ایجاد و توسعه شهرها در گذشته اغلب دیدگاه‌های خاصی را مورد توجه قرار می‌داد و نقطه‌نظرهای مخصوصی را طلب می‌کرد و در مکان‌گزینی شهرها بیشتر به مطالعات انسانی و اجتماعی اکتفا می‌شد، ولی امروزه غفلت از مطالعات نظیر جیومورفولوژی، زمین‌شناسی، هایدرولوجی و توپوگرافی خسارات هنگفتی را برای شهرها در پی خواهد داشت. استفاده پایدار از منابع طبیعی، تطبیق ساختارهای شهری با شرایط محیطی و ایجاد زیرساخت‌های متناسب با هر نوع توپوگرافی، می‌تواند به توسعه پایدار و بهبود کیفیت زندگی ساکنان شهری کمک شایانی نماید. همچنین، تحقیقات آتی می‌تواند به

بررسی دقیق تر تأثیرات سایر عوامل زیستی و اقتصادی بر توسعه شهری بپردازد؛ تا راهکارهای جامع تری برای مدیریت شهرهای افغانستان ارائه گردد.

در پایان باید به این نکته اشاره کرد که آثار و پیامدهای محیط زیستی و خسارات جانی و مالی وارد شده به خاطر عدم توجه به دانش و اطلاعات جیومورفولوژیک در برنامه ریزی شهری نه تنها زیان بار است، بلکه بی توجهی آشکار به علوم زمین می تواند وضعیت شهر را وخیم و فاجعه بار نماید.

به صورت کل، در این تحقیق موارد زیر پیشنهاد می گردد:

۱. ادارات ذیربط سعی نمایند؛ تا موقعیت شهرهای کوچک و بزرگ را بابت زیباسازی و مقاوم سازی در برابر حوادث طبیعی همچو: باد، طوفان، سیل، زلزله،... براساس مکان-یابی دقیق مطابق معیارات جهانی در نظر گیرند.
۲. ادارات ذیربط برای حفظ زیبایی شهرها سعی نمایند؛ تا وضعیت طبیعی اراضی را با طراحی نوین بدون هیچ گونه تغییرات پیاده نمایند.
۳. نظر به توپوگرافیک ساحات معدنی، تلاش صورت گیرد که موقعیت شهرها با فاصله معیاری بابت عدم آسیب رساندن به معادن و محافظت شهر از انفجارهای معادن در زمان های نا به هنگام در نظر گرفته شود. در این حالت هم توپولوجی ساحه حفظ و هم مسایل اقتصادی در نظر گرفته خواهد شد.
۴. از دید توپوگرافیک، شهرهای که در دشت ها و مناطق هموار مستقر اند باید بابت موجودیت ساحات وسیع، تأسیسات صنعتی، میدان های هوایی معیاری و بین المللی برای توسعه سریع تر شهر در نظر گرفته شود.
۵. با استفاده از خصوصیات توپوگرافیک ساحات بیابانی و کوهستانی باید توربین های آبی و بادی برای تولید برق به منظور قدرتمند ساختن صنعت احداث گردد.
۶. تلاش صورت گیرد؛ تا با استفاده از مطالعه خصوصیات توپوگرافیک جغرافیایی، اماکن مسکونی، شهرها، تأسیسات مختلف صنعتی، دفاعی،... از مسیر عبور بلایایی طبیعی دور در نظر گرفته شوند.

منابع و مآخذ

- اصغری مقدم، محمد رضا و رجبی، آریتا. (۱۳۸۵). جغرافیای طبیعی شهر (۳) شهرهای مناطق خشک. تهران: انتشارات سرا.
- اکبریان، مرتضی و درتاج، دیانا. (۱۳۹۲، ۵). تعیین مناطق مناسب به منظور توسعه فیزیکی شهرها بر مبنای پارامترهای ژئومورفولوژی (مطالعه موردی شهر بانه). جغرافیای و پایداری محیط (۸)، ۲۹-۳۷.
- پژواک. (۲۰۱۹، جنوری ۲۷). مرز شریف. بازیابی در جنوری ۵، ۲۰۲۵، از پژواک: <https://pajhwok.com/photo/%D9>
- پنجشیری، عزیز احمد. (۱۳۶۰). جغرافیای تاریخی غور. کابل: انتشارات پوهنتون کابل.
- حجازی، اسدالله، کرمی، فریبا، و حبیب زاده، سایه. (۱۴۰۳). ارزیابی مناطق مناسب برای توسعه فیزیکی در شهر ماکو با استفاده از روش تصمیم‌گیری الکترونیک - فازی در محیط Arc Gis. فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۳۳(۱۲۹)، ۱۲۱-۱۳۸.
- حیدری، مهسا. (۱۳۹۴). ظراحی شهری پایدار در اقلیم سرد و کوهستانی. فصلنامه علمی تخصصی پژوهشی توسعه پایدار (۵).
- رجایی، عبدالحمید. (۱۳۹۲). کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط (جلد ۴). تهران: انتشارات قومس.
- رسولی، محمد و شیر محمدی، مینا. (۱۳۹۹، ۵). تحلیل الگوی توسعه فیزیکی شهرهای نواحی بیابانی با رویکرد آینده‌نگاری در مورد شهر یزد. کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی (۱)، ۱۶۹-۲۹۹.
- رضا علی، منصور و سادات حسینی، نرجس. (۱۴۰۱، ۱). تأثیر سیاست‌های فضایی در توسعه شهرهای بیابانی. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۴، ۳۳۵-۳۷۴.
- رنجبر، محسن. (۱۳۹۰). نقش ژئومورفولوژی در استقرار کانون‌های جمعیت و فعالیت شهرستان خلخال. فصل نامه جغرافیا، ۹(۲۸)، ۱۱۱-۱۳۲.
- روستایی، شهرام. (۱۳۸۶). ژئومورفولوژی مناطق شهری. تهران: انتشارات سمت.
- زمردیان، محمد جعفر. (۱۳۷۸). کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی. تهران: انتشارات پیام نور.
- ستایشی، حسین و همکاران. (۱۳۹۳). بررسی تنگناهای ژئومورفولوژی و تأثیرات بر توسعه فیزیکی شهر با استفاده از GIS و روش AHP (مطالعه موردی: شهر کیوی). پایگاه مجلات تخصصی نور، ۸، ۱-۱۶.

شورماچ نورستانی، محمداکبر. (۱۳۵۰). جغرافیای عمومی افغانستان. کابل: مؤسسه انتشارات زوری.

صفاری، امیر، فریدونی کردستانی، مزده و حیدری، زهرا. (۱۳۹۷). تعیین جهت‌های مناسب توسعه شهری بر اساس مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی (مطالعه موردی: شهر فارسان). فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۳۹(۱۱)، ۱۹-۳۲.

عظیمی، محمد عظیم. (۱۳۹۵). جغرافیای شهری افغانستان. کابل: کانون فرهنگی حکیم ناصر خسرو بلخی.

کابل من. (بی‌تا). موقعیت جغرافیایی کابل. بازیابی در جدی ۱۶، ۱۴۰۳، از کابل من: <https://kabuleman.com/kabulpedia/2>

کمسایی، کمسایی. (۱۳۸۴). اقلیم و معماری. تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. گروتس باخ، اروین. (۱۳۶۸). جغرافیای شهری در افغانستان. مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.

محمدی، ا. (۱۳۹۷، حمل ۳۱). ولایت کنر یکی از ولایات کو هستانی و جنگلی کشور افغانستان می باشد. بازیابی در جدی ۱۶، ۱۴۰۳، از سیستم معلومات گردشگری افغانستان: <https://atis.af/kunar-province/>

مرصوصی، نفیسه و پور ابراهیم، خلیل. (۱۳۸۸). مکان‌یابی پایانه مسافری بین شهری با تأکید بر پارامترهای محیط طبیعی (اقلیم، هایدرولوژی و توپوگرافی)، مطالعه موردی شهر تسوج. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (۱۳)، ۳۱.

ملکی، امجد و عزیزی، بیان. (۱۳۹۳). تنگناهای طبیعی توسعه‌ی فیزیکی شهر پاوه با تأکید بر عوارض ژئومورفولوژی. مرجع فراگیر مجلات علمی و تخصصی ایرانی، ۷(۲۷)، ۳۷-۵۴.

نادرصف، محمد حسین. (۱۳۷۹). ژئومورفولوژی مناطق شهری. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

نگارشی، حسین. (۱۳۸۲). کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن. مجله جغرافیا و توسعه، ۱(۱)، ۱۳۳-۱۵۰.

بررسی کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم گذر انصاری شهر

مزار شریف

سید محمد حسینی^{۱*}، امید احمد عطایی^۲، محمد معروف شریفی^۳

۱. نامزد پوهنیار، ساختمان‌های هایدروتکنیکی، پوهنځی ساختمانی، پوهنتون جوزجان، شبرغان، افغانستان
(نویسنده مسؤول). <https://orcid.org/0009-0004-0576-156x> - sayedmohammadrasikh898@gmail.com

۲. پوهنیار، ساختمان‌های هایدروتکنیکی، پوهنځی ساختمانی، پوهنتون جوزجان، شبرغان، افغانستان.
<https://orcid.org/0009-0003-5723-4705> - omidahmad.atayil@gmail.com

۳. پوهندوی، هندسه ترسیمی و رسم تخنیک، پوهنځی ساختمانی، پوهنتون جوزجان، شبرغان، افغانستان
<https://orcid.org/0009-0006-4982-8433> - maruf.sharifi123@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۶)

چکیده

آب به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین منابع طبیعی برای توسعه پایدار، به‌ویژه در مناطقی که علاوه بر محدودیت‌های کمی با تهدیدات کیفی نیز مواجه هستند، اهمیت بالایی دارد. در ناحیه پنجم شهر مزار شریف، منابع آب‌های زیرزمینی از نظر کمی به دلیل رشد جمعیت و از نظر کیفی به‌علت عدم مدیریت فاضلاب‌ها و مصرف نادرست آب تحت فشار قرار گرفته‌اند. هدف این تحقیق، ارزیابی وضعیت کنونی آب‌های زیرزمینی و شناسایی چالش‌های مدیریت منابع آبی در این منطقه است. ارقام این مطالعه شامل آمار رسمی ریاست حوزه دریایی بلخ، مشاهدات ساحوی، و نمونه‌برداری از چاه‌های نظارتی می‌باشند. نتایج نشان می‌دهند که طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۳، سطح آب‌های زیرزمینی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافته و عمق آب در این دوره حدود ۶.۵ متر پایین روی داشته است. از نظر کیفی، به دلیل نبود سیستم کانالیزاسیون، آلودگی‌های فاضلابی و باران‌های اسیدی، کیفیت آب به شدت تحت تأثیر قرار گرفته است. برای بهبود وضعیت، تدابیری از جمله اجرای سیستم‌های آبیاری پیشرفته، استفاده از روش‌های نوین در کاهش مصرف آب در آب، مدیریت اصولی بهره‌گیری از منابع آبی، ایجاد سیستم کانالیزاسیون، مدیریت زباله‌ها، و کنترل فاضلاب‌های صنعتی ضروری است.

کلمات کلیدی: آب‌های زیرزمینی، کیفیت، کمیت، آلودگی، مزار شریف.

Quantitative and Qualitative Assessment of Groundwater in the Fifth District, Ansari Passage, Mazar-e-Sharif City

Sayed Mohammad Hussainy^{1*}, Omid Ahmad Atayi², Mohammad Maruf Sharifi³

1*. Instructor, Department of Hydraulic structures, Faculty of construction, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan. (corresponding Author).

sayedmohammadrasikh898@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0004-0576-156x>

2. Teaching Assistant, Department of Hydraulic structures, Faculty of construction, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan.

omidahmad.atayi1@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0003-5723-4705>

3. Assistant Prof. Department of Descriptive Geometry and Technical Drawing, Faculty of construction, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan.

maruf.sharifi123@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0006-4982-8433>

(Received: 11/07/2024 - Accepted: 27/10/2024)

Abstract

Water, as one of the most essential natural resources for sustainable development, is of great importance, especially in areas that face not only quantitative limitations but also qualitative threats. In the fifth district of Mazar-e-Sharif, groundwater resources are under pressure both quantitatively due to population growth and qualitatively due to poor wastewater management and improper water consumption. The aim of this research is to assess the current status of groundwater and identify the challenges of water resource management in this area. The figures of this study include official statistics from the Balkh River Basin Authority (BRBA), field observations, and sampling from monitoring wells. The results indicate that during the years 2020-2024, the groundwater level has significantly decreased, with the water depth dropping by approximately 6.5 meters during this period. In terms of quality, due to the lack of a sewage system, wastewater pollution, and acid rain, the quality of the water has been severely affected. To improve the situation, measures such as the implementation of advanced irrigation systems, the use of modern methods to reduce water consumption, proper management of water resources, the establishment of a sewage system, waste management, and the control of industrial wastewater are essential.

Keywords: Groundwater, Quality, Quantity, Pollution, Mazar-e-Sharif.

۱. مقدمه (Introduction)

آب مایه حیات و فراوان‌ترین ماده مرکب به روی سطح کره‌ی زمین و بستر اولیه حیات به شکلی که امروزه شناخته می‌شود می‌باشد. آب‌های زیرزمینی مهم‌ترین منبع آب شیرین جهان بوده، اکنون عدم بارندگی کافی و خشک‌سالی ناشی از تغییر اقلیم نه‌تنها در مزار شریف؛ بلکه اکثر شهرهای بزرگ را به تهدید جدی کاهش آب‌های زیرزمینی مواجه ساخته است. در حال حاضر آب‌های سطحی در حدود ۵۷ میلیارد مترمکعب و آب‌های زیرزمینی ۱۸ میلیارد مترمکعب در سال تخمین زده شده. در سال‌های اخیر آب‌های زیرزمینی در شهرهای افغانستان از ۱ تا ۲۲ متر کاهش داشته است. تغییر اقلیم بالای بارش برف و باران‌های فصلی نیز تأثیر گذاشته که در سابق قله کوه‌ها در ماه‌های عقرب و قوس در ولایات مختلف پوشیده از برف می‌بود؛ اما در این اواخر به‌ندرت کوه‌های پوشیده از برف در ماه‌های مذکور به نظر می‌رسد که نشان‌دهنده خشک‌سالی و تغییر اقلیم می‌باشد (وزارت انرژی و آب، ۲۰۲۲).

در چند سال اخیر آب‌های زیرزمینی شهر مزار شریف از نگاه کمی، کیفی و مدیریت در بدترین حالت قرار داشته است. از دیدگاه کیفیت یکی از عمده‌ترین مشکلات‌های امروزه که باعث آلودگی آب‌های آشامیدنی گردیده از قبیل: فاضلاب‌های صنعتی، زباله‌های خانگی، زراعتی، صنعتی و کیمیاوی که به منابع آب راه می‌یابند؛ اما گذشته از این‌ها عوامل دیگری که در آلودگی آب نقش بسزای دارند عبارت از باکتری‌ها می‌باشند (لنگر، ۱۳۹۴). از دیدگاه کمیت مشاهده می‌گردد که در این شهر بیشترین تغذیه از باران‌های فعلی به نوع طبیعی صورت می‌گیرد. استفاده مفرط و بیشتر از حد معیار تغذیه آب‌های زیرزمینی به‌منظور رفع نیازهای رهايشی، صنعتی، زراعتی و دیگر نیازمندی‌ها یکی از علت‌های کاهش مقدار و سطح آب‌های زیرزمینی تلقی می‌شوند. به اساس تخمین‌های قبلی، آب‌های زیرزمینی شهر مزار شریف می‌توانست نیازمندی حدود ۲ میلیون نفر را مرفوع نماید؛ اما در حال حاضر به دلیل بلند رفتن کیفیت سطح زندگی مردم، افزایش نفوس و عدم مدیریت سالم در امور منابع آب تحت‌الارضی باعث آلوده شدن و کاهش سطح آب‌های تحت‌الارضی شده است. از نگاه مدیریت، در صورت عدم اتخاذ تدابیر و تصمیمات به‌موقع، ممکن است این وضعیت به یک فاجعه بزرگ منجر شود. جهت حل این معضله، اقدام جدی همه دست‌اندرکاران به شمول مسکونین منطقه، دواير دولتی، جامعه مدنی، مؤسسات غیردولتی و تمویل‌کننده‌ها حتمی می‌باشد. آب‌های زیرزمینی مشابه به آب‌های سطحی اکثراً در حرکت بوده و منبع عمده تغذیه آن‌ها، ذوب شدن برف‌ها و باران‌های موسمی می‌باشد (Hassani, 2013). دریای عمده‌ای که از ولایت بلخ عبور می‌کند، دریای بلخ است. این دریا در طول سال حدود شش ماه دارای جریان آب است که این دوره از

اواخر بهار آغاز شده و تا اوایل زمستان ادامه دارد. کاهش جریان آب در دریاها تأثیر مستقیمی بر چاه‌های مشاهداتی حوزه‌های شهر مزار شریف و مناطق پایین دست دارد، به گونه‌ای که سطح آب‌های زیرزمینی نیز کاهش می‌یابد. یکی از دلایل اصلی این کاهش، کاهش چشمگیر تغذیه آب‌های زیرزمینی نسبت به سال‌های گذشته است. این مسئله به‌ویژه ناشی از عواملی چون کاهش مناطق تغذیه طبیعی شامل چمن‌زارها، زمین‌های زراعتی، باغ‌ها و سایر مناطق جذب‌کننده، افزایش مصرف آب در مناطق بالادست شهر مزار شریف، نبود شیوه‌های مؤثر تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، و نیز آگاهی ناکافی عموم مردم درباره مدیریت صحیح استفاده از منابع آب زیرزمینی است (جاوید، ۲۰۱۶).

از آنجایی که بررسی کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی یک موضوع مهم و حیاتی برای تمام کشورها می‌باشد. از این لحاظ در این زمینه تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف توسط محققین صورت گرفته است. خوشبختانه در افغانستان نیز هایدروجیولوژیست‌ها در زمینه‌ی بررسی کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی تحقیقات گسترده‌ی را انجام داده‌اند که می‌توان تحقیقات انجام شده توسط ریاست عمومی سروی جیولوجی ریاست جیولوجی محیط زیستی و تیم هایدروجیولوجی تحت عنوان مطالعه و ارزیابی سطح آب‌های زیرزمینی در حوزه مزار شریف - افغانستان طی سال‌های ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۷ میلادی صورت گرفته، تذکر یافته است. این تحقیق به منظور بررسی و نظارت کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی در حوزه مزار شریف توسط تیم هایدروجیولوجی بالای ۶۹ حلقه چاه از سال ۲۰۰۴ آغاز و الی ۲۰۱۰ راپور مرحله دوم آن تکمیل گردیده و از سال ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۷ این پروسه ادامه داشته است (راپور ریاست عمومی سروی جیولوجی، ریاست جیولوجی محیط زیستی سال ۱۳۹۶). نتایج تحقیقات صورت گرفته بالای ۶۹ حلقه چاه نشان می‌دهد که در به‌طور اوسط در حدود ۵.۸۴ متر سطح آب‌های تحت‌الارضی شهر مزار شریف پایین روی داشته است. در جریان سال ۱۳۹۵ شمسی توسط ریاست آب‌رسانی ولایت بلخ بالای ۴۰ حلقه چاه تحقیقات صورت گرفته. از آن جمله ۲ حلقه. چاه که در ناحیه پنجم موقعیت دارد، مورد بررسی و ارزیابی قرار داده شد. در جریان مشاهدات مشخص گردیده است که سطح آب‌ها در این چاه‌ها ناشی از تغییرات اقلیمی متأثر گردیده و در حدود ۱.۳۸ الی ۲.۲۰ متر نزول نموده‌اند (ریاست عمومی آب‌رسانی ولایت بلخ سال ۱۳۹۵). به‌طور اوسط در جریان هفت سال گذشته به‌اندازه ۱.۳۸ متر پایین روی داشته و علت آن تزریق ضعیف از ساحات نزدیک جوار کوه‌ها بوده که دارای فلتزیشن بتی می‌باشد و کدام منبع دیگر در ساحه مذکور در تغذیه آن دخیل نمی‌باشد (ریاست عمومی حوزه دریای بلخ، ۱۳۹۹).

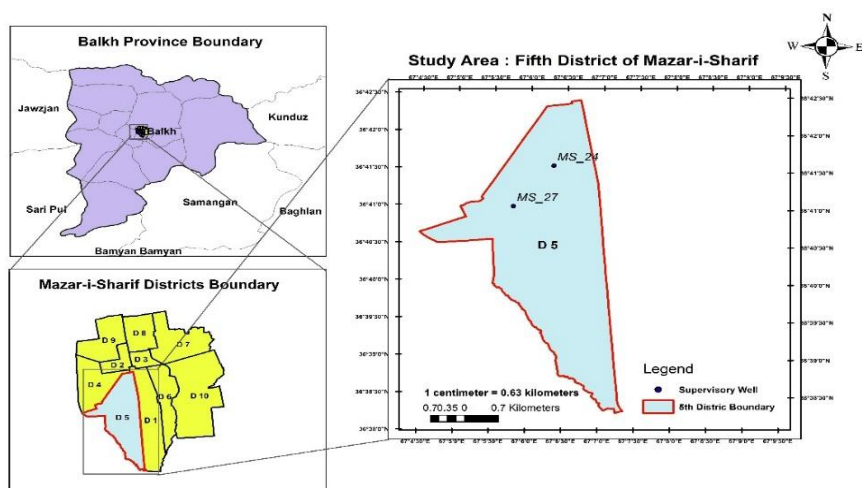
هدف تحقیق، بررسی کمیت و کیفیت (فیزیکی و کیمیاوی) آب‌های زیرزمینی و چالش‌های مدیریت منابع آبی، است.

۲. مواد و روش (Material and Method)

این تحقیق یک مطالعه ساحوی است که داده‌های به‌دست آمده از ادارات ذی‌ربط، مشاهدات میدانی و مصاحبه‌ها با ساکنان محلی جمع‌آوری شده است. هدف اصلی این تحقیق بررسی کمیت و کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی در ناحیه پنجم مزار شریف می‌باشد. برای بررسی کمی آب، دو حلقه چاه نظارتی متعلق به ناحیه پنجم شهر مزار شریف مورد استفاده قرار گرفته است. ارقام‌های مربوط به این چاه‌ها بین سال‌های ۱۳۹۹ الی ۱۴۰۳ جمع‌آوری و تحلیل شده‌اند. این تحلیل شامل بررسی تغییرات سطح آب و دیگر پارامترهای مرتبط با وضعیت کلورین است. در راستای تحلیل کیفیت آب، نمونه‌ها با استفاده از دستگاه آزمایشگاهی HQ440D multi تست شده و پارامترهای کیمیاوی (از جمله مجموع جامدات حل‌شده، نایتريت، کلور باقی‌مانده، فلوراید، آهن، آرسنیک و سودیم) و پارامترهای فیزیکی (از جمله رنگ، بو، طعم، کدورت، EC و PH مورد بررسی قرار گرفته است.

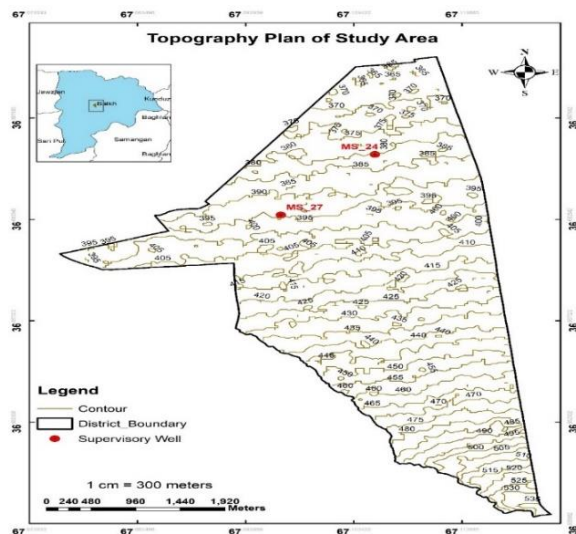
۱.۲. ساحه مورد مطالعه ناحیه پنجم گذر انصاری

ناحیه پنجم شهر مزار شریف در جنوب شرقی این شهر واقع شده و از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض البلد ۳۶.۷۱ درجه شمالی و طول البلد ۶۷.۱۱ درجه شرقی قرار دارد. به دلیل نزدیکی به مناطق مرکزی شهر، این ناحیه به عنوان یکی از مناطق پرجمعیت و پرتردد شناخته می‌شود. ناحیه پنجم از طریق جاده‌های اصلی به دیگر نواحی شهر متصل است و در دهه‌های اخیر شاهد توسعه قابل توجهی بوده است. این منطقه به دلیل موقعیت استراتژیک خود نقش مهمی در رشد شهری و اقتصادی مزار شریف دارد (ریاست اراضی ولایت بلخ، ۲۰۱۷).



شکل ۱. ساحه تحت مطالعه

توپوگرافی ناحیه پنجم عمدتاً هموار است و برای فعالیت‌های ساخت‌وساز مناسب است. زمین‌شناسی این منطقه نشان می‌دهد که سفره‌های آب زیرزمینی گسترده‌ای در زیر این ناحیه قرار دارند، که مطالعه و مدیریت آن‌ها برای استفاده پایدار ضروری است.



شکل ۲. توپوگرافی ساحه مورد مطالعه

منابع آب زیرزمینی در ناحیه پنجم اهمیت بالایی دارند و برای مصارف خانگی و زراعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی به دلیل استفاده بیش از حد و نبود مدیریت مناسب به یک مشکل جدی تبدیل شده است. ناحیه پنجم با مشکلات‌های محیط‌زیستی همچون کاهش کیفیت و کمبود منابع آب مواجه است. بهره‌برداری بی‌رویه از چاه‌های آب منجر به افت سطح آب‌های زیرزمینی شده است. این وضعیت نیازمند مدیریت دقیق‌تر و اقدامات حفاظتی در جهت حفظ منابع طبیعی است (ریاست عمومی آبرسانی ولایت بلخ، ۱۳۹۵).

جدول ۱. تعدادهای چاه‌های هر ناحیه در شهر مزار شریف (ریاست عمومی آبرسانی ولایت بلخ، ۱۳۹۵)

شماره	منابع عمده آب	نام منبع آبی	موقعیت	زمینه‌های استفاده (خانگی، صنعتی، زراعتی)
۱	چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	۱۳۳۵ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه اول	مصارف روزانه ۳۷۴۶ مترمکعب مصارف سالانه ۱۳۴۴۰۷۴ مترمکعب
۲	"	۹۶۱ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه دوم	مصارف روزانه ۳۴۶۱ مترمکعب مصارف سالانه ۱۲۳۸۵۴۷ مترمکعب
۳	"	۸۱۸ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه سوم	مصارف روزانه ۲۵۳۹ مترمکعب مصارف سالانه ۸۹۰۰۸۴ مترمکعب
۴	"	۲۱۹۲ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه چهارم	مصارف روزانه ۶۱۰۴ مترمکعب مصارف سالانه ۲۰۴۹۸۵۱ مترمکعب
۵	"	۲۱۱۷ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه پنجم	مصارف روزانه ۶۰۱۲ مترمکعب مصارف سالانه ۲۱۴۳۷۰۵ مترمکعب
۶	"	۱۳۶۵ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه ششم	مصارف روزانه ۳۳۹۷ مترمکعب مصارف سالانه ۱۲۲۵۵۰۸ مترمکعب

۷	"	۱۱۸۹ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه هفتم	مصارف روزانه ۵۴۶۱ مترمکعب مصارف سالانه ۱۹۴۲۱۰۴ مترمکعب
۸	"	۶۴۱ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه هشتم	مصارف روزانه ۵۳۳۵ مترمکعب مصارف سالانه ۱۸۲۷۹۱۹ متر مکعب
۹	"	۹۶۲ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه نهم	مصارف روزانه ۵۰۰۹ مترمکعب مصارف سالانه ۱۷۵۴۸۲۷ مترمکعب
۱۰	"	۲۴۶۵ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	ناحیه دهم	مصارف روزانه ۶۲۱۲ مترمکعب مصارف سالانه ۲۲۳۸۳۸۰ مترمکعب
۱۱	مجموع	۱۴۰۴۵ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق	نواحی ده گانه	مجموعه مصارف روزانه ۴۷۲۸۶ مترمکعب و مجموعه مصارف روزانه مترمکعب ۱۷۲۵۹۳۹۰

در جدول فوق تعداد موجودیت چاه‌ها در ولایت بلخ در هر ناحیه به شکل جداگانه ذکر گردیده است. مصارف مجموعی آب‌های زیرزمینی در شهر مزار شریف در یک روز ۴۷۲۸۶ مترمکعب بوده و مصارف سالانه آب‌های زیرزمینی شهر مذکور ۱۷۲۵۹۳۹۰ مترمکعب می‌باشد؛ اما مصارف آب در سکتورهای مختلف توسط هیچ اداره محاسبه نگریده، حد اوسط مقدار بارندگی در ولایت بلخ هر سال در حدود ۱۰۰ الی ۳۰۰ ملی متر می‌باشد (ریاست زراعت و آبیاری ولایت بلخ، ۱۴۰۱).

۲.۲. جمع‌آوری اطلاعات ساحوی (ناحیه پنجم گذر انصاری)

در تمام شهر مزار شریف ۱۴۰۴۵ حلقه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق ثبت ریاست حوزه دریایی بلخ شده است؛ اما تخمین‌های که از طرف ریاست شهرداری ولایت بلخ و ریاست آب‌رسانی ولایت بلخ صورت گرفته، بیشتر از این رقم می‌باشد که در حدود ۱۵۵۰۰ چاه عمیق و نیمه عمق شامل آن است و حدود مقدار ۴۰ چاه ثبت ریاست حوزه دریایی است که در هر ماه از نگاه کمیت و کیفیت آن‌ها را نظارت می‌کند که از آن جمله دو چاه نظارتی نمبر ۲۴ و ۲۷ در ناحیه پنجم موقعیت داشته که حدود ۵۵ چاه ثبت شده‌ی ریاست آب‌رسانی می‌باشد. تعداد

یک سرک عمومی از سمت شمال این گذرگاه و یک سرک فرعی از وسط آن می‌گذرد، به تعداد ۱۲ کوچه فرعی دارد، تعداد خانه‌های مسکونی ۱۵۰ فامیل می‌باشد و به تعداد بیشتر از ۲۶۰ فامیل زندگی می‌کنند، به تعداد ۴۶ دوکان در این ناحیه وجود دارد و حدود ۴۸ چاه آب آشامیدنی در این گذر وجود دارد، تعداد چاه‌های که در ناحیه ثبت می‌باشد، حدود ۲۴۶۵ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق می‌باشد و سه باب مارکیت تجارتي می‌باشد، دویاب کلینیک شخصی و شفاخانه وجود ندارد و به تعداد ۵ باب مسجد شریف در این ناحیه ساخته شده که هر خانه دارای یک چاه سپتیک بوده و حدود ۱۸۰ چاه آب آشامیدنی در این گذر وجود دارد، (ریاست شهرداری ولایت بلخ سال ۱۳۹۸). مقدار مصرف روزانه در این ساحه ۲۵۸ مترمکعب آب می‌باشد که در یک سال به‌اندازه ۹۴۱۷۰ مترمکعب آب مصرف می‌نمایند و تمام آب مصرفی این گذر از آب‌های زیرزمینی منشأ می‌گیرد. جهت بررسی و ارزیابی از لحاظ کمی ارقام سطح موقعیت چاه‌های نظارتی (نمبر ۲۴ و ۲۷) بین سال‌های ۱۳۹۸ الی ۱۴۰۳ به‌دست آمده (ریاست عمومی حوزه دریایی بلخ سال ۱۴۰۳) و در سال ۱۳۹۸ به‌منظور بررسی کیفی آب‌های زیرزمینی این ناحیه حدود ۱۲ بوتل‌های آب که هرکدام آن دارای ظرفیت نیم لیتر می‌باشد، از چهار کوچه ساحه مطالعه نمونه‌برداری صورت گرفته است. از هر کوچه به تعداد سه نمونه بوتل آب (یک نمونه از اول کوچه، نمونه دوم از وسط کوچه و نمونه سوم از آخر کوچه) جمع‌آوری گردیده است.



شکل ۲. نمونه آب جمع‌آوری شده از ساحه

جدول ۲. ارقام سطح آب چاه‌های نظارتی ناحیه پنجم (گذر انصاری) شهر مزار شریف (ریاست عمومی حوزه دریای بلخ از سال ۱۳۹۹-۱۴۰۳)

شماره	نمبر چاه	نام چاه نظارتی	آدرس	طول البلد	عرض البلد	موعد ارزیابی	سطح آب چاه (متر)
۱	۲۴MS-	چاه آب شرکت سید کمال سادات عزیز آباد	ناحیه پنجم	۶۷.۱۰۵۴۷۲۲۲	۳۶.۶۹۲۴۷۲۲۲	۲۲/۱۰/۱۳۹۹	۳۱.۵۱
						۲۸/۰۲/۱۴۰۰	۲۹.۷۶
						۰۴/۰۲/۱۴۰۱	۲۷.۳
						۰۸/۰۳/۱۴۰۲	۳۸.۶۴
						۳۱/۰۲/۱۴۰۳	۳۹.۵۱
۲	۲۷MS-	چاه آب مسجد جامع محمد رسول الله کارته یولمرب	ناحیه پنجم	۶۷.۰۹۶۳۶۱۱۱	۳۶.۶۸۳۰۵۵۶	۲۳/۱۰/۱۳۹۹	۳۸.۶۲
						۲۸/۲/۱۴۰۰	۳۹
						۰۴/۰۲/۱۴۰۱	۴۹.۷۴
						۰۸/۰۳/۱۴۰۲	۴۱.۴
						۳۱/۰۲/۱۴۰۳	۴۲.۴۲

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

براساس بررسی‌های انجام شده دریافت گردیده که بیشتر از ۵۰٪ آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم به‌خاطر عدم موجودیت سیستم کانالیزاسیون شهری، کوتاهی ادارات دولتی محلی در مدیریت آب‌های زیرزمینی، ازدیاد نفوس، تراکم زباله درجوی‌ها، آلودگی‌های آب‌های سطحی، فاضلاب فابریکات صنعتی، باران‌های اسیدی و چاه‌های فاضلاب جذبی آلوده می‌باشد. اگر آب‌های شهر مزار شریف به نحو درست آن مدیریت نگردد. در ۳۰ سال آینده از ۳ نفر ۱ نفر آن به کمبود آب مواجه خواهد شد؛ که خطرات تلفات انسانی و حیوانی را در پی خواهد داشت.

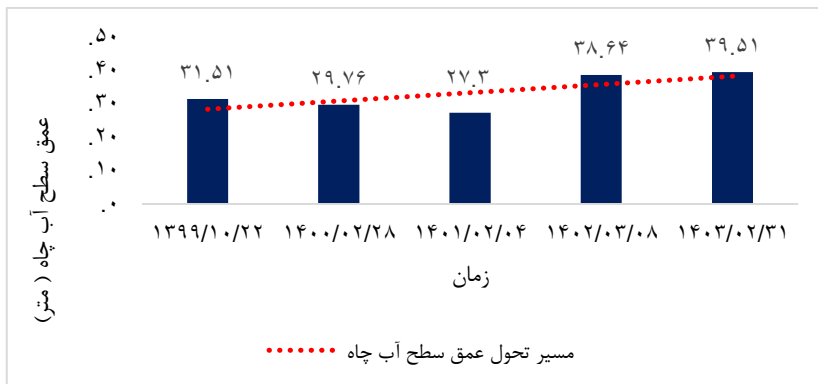
به اساس یافته‌های تحقیق انجام‌شده، آب‌های زیرزمینی ناحیه تحت مطالعه برای آشامیدن مناسب نیست.

۱.۳. بررسی کمیت آب

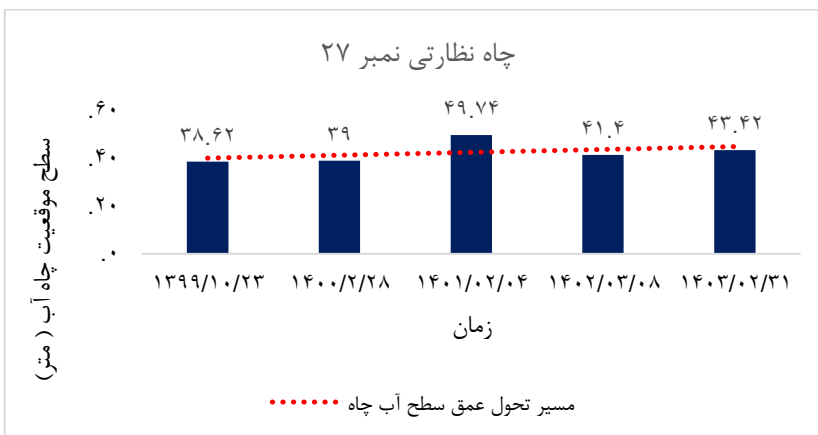
یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که به‌دلیل افزایش جمعیت، کاهش مناطق جذبی، افزایش حمام‌های بدون جواز، کمبود بارندگی در سال‌های اخیر، افزایش مصرف آب نسبت به میزان تغذیه سطح آب‌های زیرزمینی و عدم آگاهی مردم درباره ارزش آب‌های زیرزمینی، سطح

آب‌های زیرزمینی ناحیه تحت مطالعه به‌طور چشم‌گیری نسبت به سال‌های قبل کاهش یافته است.

در این تحقیق، ارقام سطح آب به‌دست آمده از دو چاه نظارتی مربوطه بین سال‌های ۱۳۹۹ الی ۱۴۰۳ که در جدول شماره ۲ مندرج است، تجزیه و تحلیل شده و نتایج آن به ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ نمایش داده شده است.



شکل ۳. گراف تحول سطح آب چاه نظارتی نمبر ۲۴

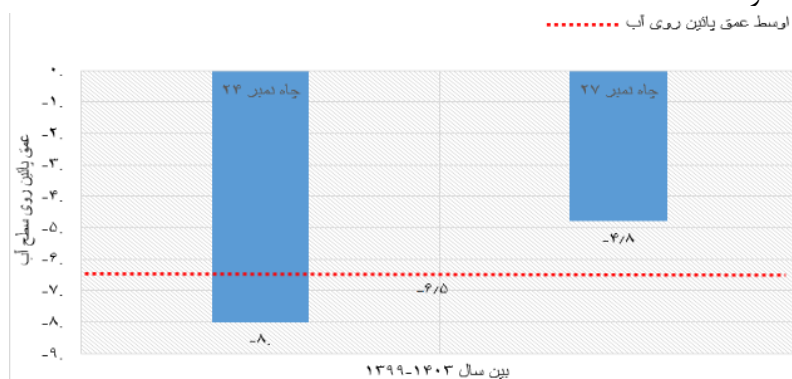


شکل ۴. گراف تحول سطح آب چاه نظارتی نمبر ۲۷

براساس گراف‌های مذکور، سیر تحول عمق موقعیت سطح آب در هر دو چاه نظارتی به‌طور صعودی بوده و عمق موقعیت سطح آب به ترتیب در چاه شماره ۲۴ از ۳۱.۵۱ متر در سال

۱۳۹۹ به ۳۹.۵۱ متر در سال ۱۴۰۳ رسیده است. در چاه شماره ۲۷ نیز عمق سطح آب از ۳۸.۶۲ متر در سال ۱۳۹۹ به ۴۳.۴۲ متر در سال ۱۴۰۳ افزایش یافته است.

بنابراین، در مدت پنج سال اخیر، سطح آب چاه‌ها به ترتیب در چاه شماره ۲۴ به اندازه ۸ متر و در چاه شماره ۲۷ به اندازه ۴.۸ متر کاهش یافته است. در کل، با در نظر گرفتن تحلیل ارقام فوق، سطح آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم شهر مزار شریف در این مدت (۱۳۹۹-۱۴۰۳) به طور اوسط حدود ۶.۵ متر نزول کرده است که این ارقام تحلیل شده را در شکل (۵) می‌توان مشاهده کرد.



شکل ۵. عمق پایین روی سطح آب در چاه‌های نظارتی ناحیه پنجم

این نتایج نشان‌دهنده وضعیت بحرانی منابع آب زیرزمینی منطقه است. کاهش چشم‌گیر سطح آب‌های زیرزمینی می‌تواند تأثیرات منفی فراوانی بر روی زراعتی، تأمین آب شرب و سلامت عمومی مردم منطقه داشته باشد.

۲.۳. بررسی کیفیت آب

همان‌طور که در مورد کمیت آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم ارزیابی صورت گرفته و نتایج آن بیان گردید، بهتر است درباره کیفیت آب‌های زیرزمینی آن نیز بررسی انجام شود. براساس تحقیقات، مشخص شده است که آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه به‌دلیل عدم وجود سیستم کانالیزاسیون شهری، کوتاهی ادارات دولتی محلی در مدیریت آب‌های زیرزمینی، افزایش جمعیت، تراکم زباله در جوی‌ها، آلودگی‌های سطحی، فاضلاب فابریکه صنعتی، باران‌های اسیدی و چاه‌های فاضلاب جذبی آلوده می‌باشند.

در سال ۱۳۹۸، برای بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم شهر مزار شریف، از این ناحیه حدود ۱۲ بوتل آب که هر کدام دارای ظرفیت نیم لیتر بودند، نمونه‌برداری شد. در این آزمایش، پارامترهای فیزیکی (رنگ، بو، ذایقه، EC، و PH)، پارامترهای کیمیایی (Salinity،

(TDS، Fluoride) و پارامترهای باکتریالوژیکی (کل کلی فرم و کلی فرم مدفوعی) مورد ارزیابی قرار گرفتند و نتایج آن در جدول شماره ۴ آمده است.

۳.۳. نتایج آزمایشگاه فزیک و کیمیاوی

نمونه آب مذکور از نظر پارامترهای فزیک و کیمیاوی آزمایش گردید و براساس ارقام به دست آمده، مشخص شد که مقدار PH و EC از حد مجاز آب آشامیدنی بالاتر می باشد. این نتایج نشان می دهند که آب‌های زیرزمینی منطقه به دلیل عوامل ذکر شده، کیفیت مطلوبی ندارند و نیاز به اقدامات مدیریتی فوری دارند.

۴.۳. نتایج آزمایشگاه باکتریالوژیکی

نمونه آب مذکور از نظر باکتریالوژیکی آزمایش گردید و براساس نتایج حاصل شده، یک نوع باکتری کلی فارم در آن مثبت بوده و در حد مجاز آب آشامیدنی نمی باشد. این موضوع نشان دهنده آلودگی باکتریایی آب‌های زیرزمینی منطقه است که می تواند مخاطرات بهداشتی جدی به دنبال داشته باشد.

بناءً آلودگی آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم شهر مزار شریف نشان دهنده وضعیت بحرانی منابع آب این منطقه است. برای بهبود کیفیت آب‌های زیرزمینی، نیاز است که تدابیر جدی از سوی ادارات دولتی و محلی اندیشیده شود. این تدابیر می تواند شامل اجرای سیستم کانالیزاسیون شهری، مدیریت بهتر زباله‌ها، کنترل فاضلاب‌های صنعتی و ایجاد چاه‌های فاضلاب غیرجذب‌ی باشد. همچنین، افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت حفاظت از منابع آب و کاهش آلودگی‌ها می تواند به بهبود وضعیت کمک کند.

جدول ۴. نتایج آزمایشات آب (ریاست صحت عامه ولایت بلخ، ۱۳۹۸)

پارامترهای فزیک آب (Physical Parameters)					
شماره	پارامترهای کیفیت آب	واحد (unit)	میتود استفاده شده	حد مجاز	نتیجه
۱	رنگ (color)	-	Sensory Evaluation	بیرنگ (colorless)	Colorless
۲	بوی (odor)	-	Sensory Evaluation	اعتراز نا پذیر	اعتراز نا پذیر
۳	ذایقه (taste)	-	Sensory Evaluation	اعتراز نا پذیر	اعتراز نا پذیر

۴	EC	Us/cm	AphA.20.Edition	125us/cm(ANSA)	1325
۵	PH	-	AphA.20.Edition	6.5- 8.5(ANSA)	8.56
۶	مکدریت (Turbidity)	Ntu	AphA.20.Edition	5 (ANSA)	NT
پارامترهای کیمیاوی (Chemical Parameters)					
۷	مجموعه جامدات TDS/ منحل	ppm	AphA.20Edition	1000 (ANSA)	840
۸	آهن fluoride	ppm	AphA.20Edition	0.03 (ANSA)	0.03
۹	Salinity	ppm	g/kg	3.5 NGVS	23.0
پارامترهای باکتریالوژی (Bacteriological Parameters)					
۱۰	Total coliform	+Ve/- Ve	Wagtech	-Ve(WHO)	
۱۱	Fecal coliform	+Ve/- Ve	Wagtech	-Ve(WHO)	Nt

۴. مناقشه (Discussion)

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که وضعیت منابع آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم شهر مزار شریف به دلیل مدیریت نادرست و افزایش فشارهای انسانی در شرایط بحرانی قرار دارد. از دیدگاه کمی، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی به طور اوسط ۶.۵ متر در انتروال پنج‌ساله اخیر، نشانه‌ای جدی از کاهش تغذیه طبیعی این منابع است. کاهش مناطق جذبی ناشی از توسعه‌های شهری، افزایش جمعیت و مصرف بی‌رویه آب بدون در نظر گرفتن نرخ تجدیدپذیری منابع، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر این کاهش هستند. این نتایج با تحقیقات‌های قبلی که به کاهش قابل توجه سطح آب‌های زیرزمینی در دیگر مناطق افغانستان اشاره دارند، همخوانی دارد (ریاست عمومی سروی جیولوجی، ۱۳۹۶).

در بعد کیفی، آلودگی گسترده آب‌های زیرزمینی به دلیل نبود سیستم کانالیزاسیون شهری، نفوذ فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و تأثیر باران‌های اسیدی مشاهده شده است. نتایج آزمایش‌های کیفی نشان می‌دهند که مقادیر pH و EC از حدود استاندارد تجاوز کرده و آلودگی باکتریایی نیز در سطح نگران‌کننده‌ای قرار دارد. این یافته‌ها تأییدکننده تأثیر مستقیم

عدم مدیریت صحیح فاضلاب‌ها بر کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی است. تحقیقات مشابه در دیگر نقاط کشور نیز مشکلاتی مشابه را گزارش داده‌اند که این امر نشان‌دهنده نیاز به اقداماتی فراگیر و سیستماتیک در این زمینه است. توجه به کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و آلودگی‌های کیفی، منابع آب منطقه نمی‌توانند به‌طور پایدار نیازهای جمعیت فعلی و آینده را تأمین کنند. در صورت عدم اتخاذ تدابیر مدیریتی مناسب، احتمال می‌رود که ناحیه پنجم شهر مزار شریف در آینده نزدیک با بحران‌های جدی در تأمین آب آشامیدنی و مصارف دیگر مواجه شود. این وضعیت به‌ویژه در مناطق پرجمعیت می‌تواند منجر به مشکلات بهداشتی و اقتصادی گسترده‌ای گردد.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به‌دلیل افزایش جمعیت، کاهش مناطق جذبی، ساخت‌وسازهای بدون جواز، عدم بارندگی کافی و استفاده نادرست از منابع آب تحت‌الرضی، سطح آب‌های زیرزمینی ناحیه پنجم شهر مزارشریف به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. براساس بررسی عمق سطح آب در دو چاه نظارتی این ناحیه نشان می‌دهد که عمق سطح آب زیرزمینی به‌طور اوسط حدود ۶.۵ متر بین سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳ کاهش یافته است. همچنین، کیفیت آب‌های این ساحه در سال ۱۳۹۸ نیز مورد ارزیابی قرار گرفت و به دلیل عدم وجود سیستم کانالیزاسیون شهری، تراکم زباله‌ها، آلودگی‌های هوا که باعث بارندگی‌های اسیدی گردیده و سپتیک‌های غیر معیاری منجر به آلوده شدن آب‌های تحت‌الرضی گردیده است. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که اندازه PH و EC از حد مجاز آب آشامیدنی بالاتر بوده و آلودگی باکتریایی نیز در سطح نگران‌کننده‌ی قرار دارد. برای بهبود وضعیت، اقدامات جدی از سوی ادارات دولتی و محلی ضروری است. این اقدامات می‌تواند شامل ایجاد سیستم کانالیزاسیون شهری، مدیریت بهتر زباله‌ها، کنترل فاضلاب‌های صنعتی و افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت حفاظت از منابع آب زیرزمینی باشد. این تدابیر می‌توانند به بهبود کیفیت و حفظ منابع آب زیرزمینی و جلوگیری از بحران‌های آبی کمک کنند. با وجود تلاش برای جمع‌آوری اطلاعات جامع، برخی پارامترهای کلیدی برای بررسی کامل وضعیت آب‌های زیرزمینی، مانند مقدار تغذیه و تخلیه سالانه، هدایت هایدرولیکی، شرایط مرزی آبدار، آبدهی ویژه و عمق سنگ بستر، در این مطالعه در دسترس نبودند. این موارد به‌عنوان محدودیت‌های تحقیق ذکر می‌شوند و پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی به جمع‌آوری این داده‌ها توجه ویژه‌ی شود تا تصویری دقیق‌تر از وضعیت منابع آب زیرزمینی ارائه گردد.

منابع و مأخذ

- جاوید، اسدالله. (۲۰۱۶). متخصص اقتصاد تغییر اقلیم: افغانستان از آسیب پذیرترین کشورها در برابر تغییرات اقلیمی.
- ریاست اراضی ولایت بلخ. (۲۰۱۷). گزارش ولایت بلخ. بلخ افغانستان: ریاست اراضی.
- ریاست زراعت و آبیاری ولایت بلخ. (۱۴۰۱). گزارش ولایت بلخ، افغانستان: ریاست زراعت و آبیاری.
- ریاست شهرداری ولایت بلخ. (۱۳۹۸). گزارش ولایت بلخ، افغانستان: ریاست شهرداری.
- ریاست صحت عامه ولایت بلخ. (۱۳۹۸). گزارش ولایت بلخ، افغانستان: ریاست صحت عامه.
- ریاست عمومی آبرسانی ولایت بلخ. (۱۳۹۵). گزارش ولایت بلخ، افغانستان: ریاست عمومی آبرسانی.
- ریاست عمومی حوزه دریای ولایت بلخ. (۱۳۹۹ و ۱۴۰۳). گزارش ولایت بلخ، بلخ، افغانستان: ریاست عمومی حوزه دریای.
- ریاست عمومی سروی جیولوجی، ریاست جیولوجی محیط زیست بلخ. (۱۳۹۶). گزارش ولایت بلخ، بلخ، افغانستان: ریاست عمومی سروی جیولوجی.
- لنگر، سید لعل شاه. (۱۳۹۴). مقایسه آب های آشامیدنی نواحی اول و هشتم از نظر داشتن باکتری. مطبعه طبی پوهنتون بلخ.
- وزارت انرژی و آب. (۲۰۲۲). گزارش ولایت کابل. کابل، افغانستان: وزارت انرژی و آب.
- Hassani, Hassan. (2013). Ground water natural resources and quality concern in Balkh-basin, Daccaarorg, Balkh, Afghanistan.

بررسی سطح آگاهی محیط زیستی محصلان پوهنتون جوزجان

شمس الحق شیرزاد^{۱*}، نصیر احمد ناصری^۲

۱. نامزد پوهنیا، حفاظت محیط زیست، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شبرغان، افغانستان.

<https://orcid.org/0009-0002-2917-2407> - Sherzaad15@gmail.com

۲. فارغ التحصیل دوره لیسانس، حفاظت محیط زیست، پوهنځی جیولوجی و معادن، پوهنتون جوزجان، شبرغان،

افغانستان. <https://orcid.org/0009-0008-9020-1944> - nna452404@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۴)

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی سطح آگاهی محیط زیستی محصلان پوهنتون جوزجان و ارتقای دانش آن‌ها در زمینه استفاده بهتر از منابع طبیعی انجام شده است. روش تحقیق استفاده شده، براساس هدف ترویجی و براساس ماهیت داده‌ها تحلیلی-توصیفی در نظر گرفته شده است. جمع‌آوری داده‌ها با ابزار پرسشنامه‌ای به صورت ساحه‌ای (مصاحبه‌ای) انجام پذیرفته است. جامعه آماری این تحقیق شامل محصلان پوهنتون جوزجان می‌شود که از بین آن‌ها ۱۰۰ نفر به‌طور تصادفی انتخاب شده‌اند. برای ارزیابی پایایی پرسشنامه، از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده که نشان‌دهنده پایایی مطلوب ابزار مورد استفاده است. نتایج نشان می‌دهد که ۴ درصد محصلان از مسائل محیط‌زیستی هیچ آگاهی نداشته، ۱۱ درصد آگاهی بسیار کم، ۱۲ درصد آگاهی کم، ۳۷ درصد آگاهی متوسط و ۳۶ درصد آگاهی بالایی دارند. همچنین، میزان آگاهی محیط‌زیستی در هفت پوهنځی مختلف، متفاوت بوده که محصلان پوهنځی انجینیری جیولوجی و معادن بالاترین و محصلان تعلیم و تربیه پایین‌ترین سطح آگاهی را دارند. این یافته‌ها نشان‌دهنده نیاز به تقویت آموزش‌های محیط‌زیستی در پوهنتون‌ها و اجرای برنامه‌های آگاهی‌دهی است. به‌ویژه، توسعه برنامه‌های آموزشی می‌تواند در افزایش آگاهی محصلان و فرهنگ حفاظت از محیط‌زیست مؤثر باشد و بدین ترتیب، نسل جوان کشور را برای مواجهه با چالش‌های محیط‌زیستی پیش رو آماده کند.

کلمات کلیدی: پوهنتون جوزجان، سطح آگاهی، فرهنگ، محیط‌زیست، منابع طبیعی.

Examining the level of environmental awareness of Jawzjan University students

Shamsulhaq Sherzaad*¹, NasirAhmad Nasiri²

1 *. Instructor, Environmental protection, Geology and Mines, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan (corresponding Author).

sherzaad15@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0002-2917-2407>

2 . Bachelor's degree graduate, Environmental protection, Geology and Mines, Jawzjan University, Sheberghan, Afghanistan. nna452404@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0008-9020-1944>

(Received: 24/02/2024 - Accepted: 14/11/2024)

Abstract

This research has been conducted with the aim of examining the environmental awareness level of the students at Jawzjan University (JU) and enhancing their knowledge in the better utilization of natural resources. The research method used is considered promotional based on the nature of the data, which is analytical-inferential. Data collection was conducted using a questionnaire tool in the form of field surveys. The statistical population of this research includes the students of Jawzjan University, from whom 100 individuals were randomly selected as sample. To evaluate the reliability of the questionnaire, Cronbach's Alpha (CA) coefficient was used, which indicates the satisfactory reliability of the tool used. The results show that 4 percent of the students have no awareness of environmental issues, 11 percent have very low awareness, 12 percent have low awareness, 37 percent have moderate awareness, and 36 percent have high awareness. Additionally, the level of environmental awareness varies among the seven faculties, with students from the Faculty of Geology and Mines having the highest level of awareness, while students from the Faculty of Education have the lowest level of awareness. These findings indicate the need to strengthen environmental education in universities and implement awareness programs. Especially, the development of educational programs can be effective in increasing students' awareness and the culture of environmental protection, thereby preparing the country's youth to face upcoming environmental challenges.

Keywords: Jawzjan University, Level of Awareness, Culture, Environment, Natural Resources.

۱. مقدمه (Introductio)

حفظ محیط زیست از اهمیت خاصی برخوردار است و از دیدگاه اسلام نیز به حفاظت از زمین و منابع آن تأکید شده، خداوند متعال به صراحت می فرماید: "او خدای است که شما را از زمین بیافرید و آبادانی اش را به شما واگذاشت" و پیامبر اسلام صلی الله علیه وسلم نیز فرموده اند که از زمین و منابع آن محافظت کنید، چرا که آن مادر شما است (شمس و ندرلو، ۱۳۹۶). در دنیای امروز، آلودگی محیط زیست به یکی از مسائل حیاتی و چالش برانگیز تبدیل شده. بقاء و حفظ منابع طبیعی انسان را وادار کرده تا به این مسئله توجه بیشتری کند. عدم تعادل و آلودگی محیطی زمانی شکل گرفت که انسان خود را مالک مطلق طبیعت دانست و به صورت غیرمسئولانه در اجزاء آن دخالت کرد. نتیجه این رفتارها امروزه به شکل بحران هایی همچون آلودگی هوا، آب، خاک، گرمایش جهانی و رشد بی رویه شهرنشینی بروز کرده است (شمس و ندرلو، ۱۳۹۶). با وجود آگاهی از اهمیت محیط زیست، بسیاری از افراد همچنان به رفتارهای غیرمسئولانه ادامه می دهند. انسان امروز با خطراتی مواجه است که نسل های گذشته کمتر آن را تجربه کرده اند و یکی از این خطرات، بحران های محیط زیستی که حاصل رفتارهای خود انسان با طبیعت است. تحقیقات نشان می دهد که ایالات متحده در سال ۲۰۱۰ به عنوان یکی از بزرگ ترین کشورهای آلوده کننده محیط زیست شناخته شد، در حالی که در اوایل قرن بیستم ۸۰ درصد مردم این کشور خود را حامی محیط زیست می دانستند (Gidenz, 2010).

جامعه به عنوان یک سیستم جمعی از افراد، سازمان ها و نهادها، نقش مهمی در حفاظت از محیط زیست ایفا می کند. افزایش آگاهی عمومی، اصلاح رفتارهای مصرفی و تشویق به استفاده از منابع طبیعی به صورت پایدار، از جمله اقداماتی است که می تواند به بهبود کیفیت محیط زیست کمک کند. همچنین، مشارکت در طرح های پاک سازی، کمپاین های محیط زیستی و آموزش های عمومی درباره مسائل محیط زیستی، راه هایی هستند که جامعه می تواند از طریق آن ها در حفظ محیط زیست سهیم باشد. از آن جا که فارغ التحصیلان پوهنتون ها نقش مهمی در مدیریت آینده جامعه دارند، بررسی دانش و نگرش محیط زیستی آنان ضروری به نظر می رسد. برخی محققان، نگرانی محیط زیستی را به عنوان ارزیابی یا نگرش افراد نسبت به واقعیت های محیط زیست و رفتارهای خود و دیگران تلقی می کنند (Fransson & Garling, 1999) در این راستا، آموزش عالی نقشی کلیدی در توسعه آگاهی و نگرش محیط زیستی ایفا می کند. شناخت نگرش و آگاهی محصلان به عنوان بخشی از جامعه، می تواند به بهبود وضعیت محیط زیست کمک کند (رمضانی و تحسینی، ۱۳۹۷). به همین دلیل، قبل از

آغاز بررسی نگرش محصلان، تأکید بر اهمیت نقش هر فرد در حفاظت از محیط‌زیست و تأثیر آن بر جامعه لازم است.

پوهنتون‌ها به‌عنوان مراکزی که در آنها نسل جوان از قومیت‌ها و مناطق مختلف گرد هم می‌آیند، بستر مناسبی برای ارزیابی نگرش‌ها و رفتارهای محیط‌زیستی هستند. محصلان می‌توانند در ایجاد تغییرات اجتماعی نقش مؤثری ایفا کنند. پوهنتون جوزجان به‌عنوان یکی از پوهنتون‌های کشور با بیش از ۲۸۶۵ محصل (نشرات پوهنتون جوزجان، ۱۴۰۲). می‌تواند در ترویج رفتار مسؤولانه در حفظ محیط‌زیست و مشارکت در برنامه‌های آموزشی و پژوهشی مرتبط با محیط‌زیست نقش کلیدی داشته باشد. برای برنامه‌ریزی و مشارکت محصلان در برنامه‌های محیط‌زیستی، شناخت دقیق از نگرانی‌ها و سطح آگاهی آنان ضروری است.

با توجه به نقش حیاتی فارغ‌التحصیلان در مدیریت آینده و توسعه پایدار جامعه، بررسی سطح آگاهی و نگرش محیط‌زیستی آنان از اهمیت بالایی برخوردار است. چالش‌های محیط‌زیستی در افغانستان و ضرورت آگاهی بیشتر در این زمینه ایجاب می‌کند که دانش و نگرش نسل جوان و محصلان پوهنتون‌ها درباره مسائل محیط‌زیستی مورد ارزیابی قرار گیرد. این گروه، به‌عنوان رهبران و تصمیم‌گیران آینده، می‌توانند در ترویج فرهنگ حفاظت از محیط‌زیست و ایجاد تغییرات مثبت در جامعه نقشی مؤثر داشته باشند. بررسی نگرش و آگاهی محصلان اطلاعاتی ارزشمند برای تدوین برنامه‌های آموزشی و ارتقای سطح دانش محیط‌زیستی در آموزش عالی فراهم می‌کند و در نهایت، به بهبود وضعیت محیط‌زیست کمک خواهد کرد.

این تحقیق با هدف بررسی سطح آگاهی محصلان پوهنتون جوزجان نسبت به اهمیت محیط‌زیست و نقش آن‌ها در حمایت از آن انجام شده است. برای این منظور، با طراحی پرسشنامه، بر شناخت وظایف انسانی در برابر محیط‌زیست، درک ارزش‌های محیطی و حمایت از دیدگاه‌های حفاظتی و عدالت اجتماعی تمرکز شده است.

تحقیق "تعیین‌کننده‌های نگرش محیط‌زیست گرایانه محصلان دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس" (مرادحاصلی، عطائی و کریمی‌گوغری، ۱۳۹۷) به بررسی تهدیدات جدیدی می‌پردازد که امنیت و سلامت بشر را در عصر حاضر تحت تأثیر قرار می‌دهد. این تهدیدات، به‌ویژه مسائل محیط‌زیستی، ناشی از رفتارهای نادرست انسان‌ها با طبیعت است. محققان به این باورند که مشکلات محیط‌زیستی ریشه در ارزش‌ها و باورهای اجتماعی دارد و لذا! شناخت نگرش افراد جامعه به بوم‌شناسی و آگاهی آن‌ها از مسائل محیط‌زیستی اهمیت دارد. هدف اصلی این پژوهش، بررسی تعیین‌کننده‌های نگرش محیط‌زیست گرایانه در میان محصلان بوده

است. آثار تخریبی ناشی از فعالیت‌های انسانی روز به روز بیشتر نمایان می‌شود و در صورت ادامه این روند، آینده محیط‌زیست طبیعی به خطر می‌افتد. از این‌رو، انجام فعالیت‌های فرهنگی و اجتماعی به منظور حفاظت از محیط‌زیست و افزایش آگاهی عمومی ضروری است. محصلان به عنوان گروه اجتماعی مؤثر، می‌توانند با کسب دانش محیط‌زیستی و تأثیر بر هنجارهای اجتماعی، نقش مهمی را در حفاظت از محیط‌زیست ایفا کنند. این تحقیق بر اهمیت آگاهی بخشی به محصلان در زمینه مسائل محیط‌زیستی و تأثیر آن‌ها بر رفتار سایر اقشار جامعه تأکید می‌کند.

تحقیق "ارزیابی دانش زیست‌محیطی دانشجویان دانشگاه رازی با تأکید بر گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی" (ذوالفقاری و ناصرپور، ۱۴۰۱). به سنجش میزان آگاهی محصلان از پدیده‌های گرمایش جهانی، تغییر اقلیم، پیامدهای آن در ایران و راهکارهای مقابله با آن می‌پردازد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که سطح شناخت محصلان از گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در حد متوسط قرار دارد و جالب این‌که میزان آگاهی آن‌ها برحسب جنسیت تفاوتی ندارد. با توجه به تأثیر تغییرات اقلیمی بر زوایای مختلف زندگی انسان و محیط‌زیست، رفتارهای زیست‌محیطی افراد نقش مهمی در کنترل یا تشدید این تغییرات ایفا می‌کند. به عنوان یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با پیامدهای ناگوار تغییرات اقلیمی و گرمایش زمین، افزایش فرهنگ زیست‌محیطی در جامعه ضروری است. این پژوهش تأکید می‌کند که آموزش و اطلاع‌رسانی در زمینه مسائل محیط‌زیستی باید در میان افراد جامعه به‌ویژه محصلان افزایش یابد. تحقیقات در این زمینه به منظور سنجش میزان آگاهی‌های زیست‌محیطی در جوامع پوهنتونی و غیر پوهنتونی از اهمیت ویژه‌ی برخوردار است. به این ترتیب، هدف این تحقیق پاسخ به سؤالات مرتبط با آگاهی محصلان از پدیده‌های گرمایش جهانی، تغییرات اقلیمی و راهکارهای مقابله با آن بوده است.

بررسی دانش و نگرش محیط‌زیستی محصلان پوهنتون زنجان (شمس و ندرلو، ۱۳۹۶). به چالش‌های محیط‌زیستی که غالباً دارای منشأ فکری و فرهنگی بوده و به رفتارهای نادرست انسان برمی‌گردد، می‌پردازد. از عوامل تأثیرگذار بر رفتار انسان‌ها، دانش و نگرش آنان می‌باشد. این تحقیق به روش توصیفی پیمایشی با هدف بررسی دانش و نگرش محیط‌زیستی محصلان پوهنتون زنجان صورت گرفته، جامعه آماری این تحقیق را همه محصلان در حال تحصیل در نیم‌سال اول ۹۳-۹۲ در پوهنتون زنجان تشکیل می‌دهد (N= ۸۹۴۴) که با استفاده از کرجسی و مورگان و با خطای پنج درصد ۳۷۰ محصل به روش نمونه‌گیری چند مرحله‌ای تصادفی انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. نتایج داده‌ها نشان می‌دهد که اکثریت محصلان

(۸/۷۱ درصد) دارای نگرش مساعد در خصوص محیط‌زیست هستند؛ اما در مقابل ۲/۷۸ درصد آن‌ها از نظر دانش محیط‌زیستی در حد متوسط می‌باشند. متغیرهای سن، تعداد واحد گذرانده و منابع اطلاعاتی مورد استفاده با سطح دانش و نگرش محصلان دارای رابطه معنی‌داری بودند. همچنین، رابطه مثبت و معنی‌داری بین دانش و نگرش محصلان پوهنخی‌های علوم پایه و انسانی مشاهده گردید، در حالی‌که این رابطه برای محصلان پوهنخی کشاورزی منفی و معنی‌دار بود. افزایش دانش و آگاهی محصلان با توجه به نگرش مساعد اکثریت آن‌ها می‌تواند تأثیر معنی‌داری در رفتار آن‌ها داشته باشد.

بررسی آگاهی و نگرش محصلان پوهنتون یزد نسبت به رشته محیط‌زیست و عملکرد آن در جامعه (هوشمندفیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۸). بر این نکته تأکید دارد که بقای نوع بشر و ارتقاء سطح زندگی ایجاب می‌کند که انسان از رابطه صحیح با محیط‌زیست آگاه شده، ارزش‌ها و دیدگاه‌ها را برای حفاظت در بهبود کیفیت آن به کار گیرد، به‌طور فردی و گروهی در حل مشکلات محیط‌زیستی اقدام نماید. آموزش محیط‌زیست تلاشی است که برای دستیابی جهانی به این هدف برای تمامی سنین و از طریق تمامی نظام‌های آموزش رسمی انجام می‌شود. لذا! اعمال آموزش‌های زیست‌محیطی و دیگر اقدامات برای حفظ محیط‌زیست الزامی است. در ایران که نسل جوان آن درصد بالایی از جمعیت را تشکیل می‌دهد، آموزش محیط‌زیستی آنان می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای در تقویت فرهنگ زیست‌محیطی برای رسیدن به اهداف توسعه پایدار داشته باشد. آشنایی جوانان و کودکان با محیط‌زیست در مقاطع مختلف تحصیلی می‌تواند روحیه سازگاری و حفاظت از منابع طبیعی را در آن‌ها تقویت کرده و حس مسئولیت‌پذیری نسبت به محیط‌زیست را به‌صورت منطقی در آن‌ها ارتقاء بخشد. ترویج و آموزش محیط‌زیست نقش مهم و اساسی در حفاظت اصولی از آن دارد؛ بنابراین، آموزش به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین ابزارها در تحقق توسعه انسانی مورد توجه است. هدف از این پژوهش شناسایی میزان آگاهی محصلان پوهنتون یزد از رشته محیط‌زیست است. یافته‌ها بیان‌گر لزوم آموزش‌های محیط‌زیستی در جامعه و ارتقای میزان اطلاع از رشته‌های تحصیلی و جنسیت بر نگرش و دیدگاه افراد تأثیر به‌سزایی دارد؛ بنابراین، با برنامه‌ریزی‌های آموزشی مناسب و فرهنگ‌سازی در مقاطع مختلف پوهنتونی می‌توان وضعیت آگاهی‌های محیط‌زیستی جامعه را در راستای توسعه پایدار بهبود بخشید. توجه به آموزش و ترویج محیط‌زیست در سطوح پوهنتونی به‌عنوان یک نقطه شروع می‌تواند در پرکردن این خلأ مفید واقع شود و افرادی را با تخصص‌ها و مهارت‌های لازم برای اشاعه دانش و اطلاعات مربوط به محیط‌زیست و بحران‌های پیشرو تربیت نماید.

۲. مواد و روش (Material and Method)

برای دستیابی به اهداف، تحقیق روش با دو دیدگاه؛ براساس هدف ترویجی و براساس ماهیت داده‌ها تحلیلی - توصیفی انجام پذیرفت. ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه است. جامعه آماری تحقیق شامل محصلان پوهنتون جوزجان می‌باشد و برای نمونه‌گیری، ۱۰۰ نفر به‌صورت تصادفی طبقه‌بندی انتخاب شده‌اند؛ تا نمایندگی از کل جامعه آماری باشند.

پرسشنامه‌ها به گونه‌ی طراحی شده‌اند که اطلاعات جامعی از نگرش محصلان به مسائل محیط‌زیستی فراهم کنند و شامل بخش‌های مختلفی از جمله اطلاعات شخصی پاسخ‌دهنده، سؤالات کمی، کیفی و دو گزینه‌ای (بلی/نخیر) هستند. برای ارزیابی پایایی پرسشنامه، از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده که مقدار آن نشان‌دهنده پایایی مطلوب ابزار تحقیق می‌باشد.

در پروسه جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه‌ها به‌صورت طبقه‌بندی شده در هر پوهنخی و دیپارتمنت توزیع شدند. پس از جمع‌آوری، داده‌ها به دقت مرتب و در نرم‌افزار SPSS25 وارد شدند. به‌منظور تحلیل داده‌ها، ابتدا اوسط و انحراف معیار برای هر سؤال محاسبه شد و داده‌ها براساس تعداد و فراوانی پاسخ‌ها تحلیل گردیدند. همچنین، برای آزمون فرضیه‌های تحقیق که از متغیرهای کیفی و ترتیبی ساخته شده‌اند، از آزمون دو جمله‌ی (Binomial Test) استفاده شد.

نتایج نهایی در قالب نمودارهای توزیع نرمال و جدول‌های آمار توصیفی و استنباطی ارائه شدند که درصد و فراوانی پاسخ‌ها را نشان می‌دهند. این جدول‌ها و نمودارها به شفافیت بیشتر در تفسیر الگوهای پاسخ‌ها کمک کرده و به تشخیص و تحلیل دقیق‌تر نگرش و سطح آگاهی محیط‌زیستی محصلان پوهنتون جوزجان یاری می‌رسانند.

۳. یافته‌ها و نتایج (Results and Findings)

۳.۱. آمار استنباطی

فرضیه اصلی

H0: به‌نظر می‌رسد دلیل رعایت نکردن مسائل محیط‌زیستی عدم آگاهی از محیط‌زیست نمی‌باشد.

H1: به‌نظر می‌رسد دلیل رعایت نکردن مسائل محیط‌زیستی عدم آگاهی از محیط‌زیست می‌باشد.

جدول ۱. نتایج آمار توصیفی فرضیه اصلی

آمار توصیفی					
حداکثر	حداقل	انحراف معیاری	میانگین	تعداد نمونه	آیا دلیل رعایت نکردن مسائل محیط زیستی عدم آگاهی محیط زیستی است؟
۲۰۰	۱۰۰	۰.۴۶۴۸۲	۱.۳۱۰۰	۱۰۰	

فرضیه‌های فرعی

فرضیه اول

H0: به نظر می‌رسد پوهنتون اقداماتی را درمورد بلند بردن سطح آگاهی محصلان انجام نداده است.

H1: به نظر می‌رسد پوهنتون اقداماتی را درمورد بلند بردن سطح آگاهی محصلان انجام داده است.

جدول ۲. نتایج آمار توصیفی فرضیه فرعی اول

آمار توصیفی					
حداکثر	حداقل	انحراف معیاری	میانگین	تعداد نمونه	آیا پوهنتون اقداماتی را درمورد بلند بردن سطح آگاهی محصلان انجام داده است؟
۲۰۰	۱۰۰	۰.۵۰۲۴۲	۱.۴۹۰۰	۱۰۰	

جدول ۳. نتایج آمار استنباطی فرضیه فرعی اول

آزمون دو جمله‌یی					
سطح معنی‌داری دقیق (دوطرفه)	نسبت آزمون	نسبت مشاهده شده	تعداد نمونه	کنگوری	
۹۲۰.	۵۰.	۰.۴۹	۴۹	خیر	گروپ ۱
		۰.۵۱	۵۱	بلی	گروپ ۲
		۱۰۰	۱۰۰	مجموع	آیا پوهنتون اقداماتی را درمورد بلند بردن سطح آگاهی محصلان انجام داده است؟

فرضیه دوم

H0: به نظر می‌رسد محصلان درحفاظت محیط‌زیست مسؤولیت ندارند.

H1: به نظر می‌رسد محصلان درحفاظت محیط‌زیست مسؤولیت دارند.

جدول ۴. نتایج آمار توصیفی فرضیه فرعی دوم

آمار توصیفی					
حداکثر	حداقل	انحراف معیاری	میانگین	تعداد نمونه	آیا شما درحفاظت محیط زیست مسؤولیت دارید؟
۲۰۰	۱۰۰	۰.۲۷۲۶۶	۱.۰۸۰۰	۱۰۰	

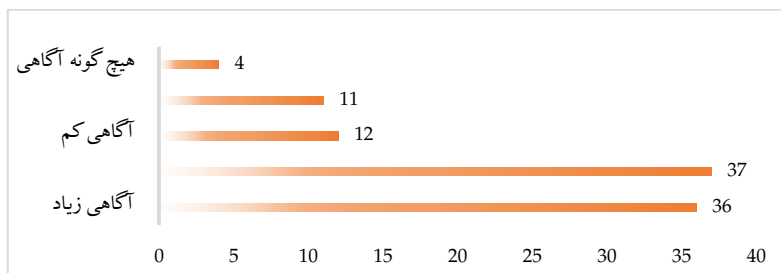
جدول ۵. نتایج آمار استنباطی فرضیه فرعی دوم

آزمون دو جمله‌یی						
		کنگوری	تعداد نمونه	نسبت مشاهده شده	نسبت آزمون	سطح معنی داری (دوطرفه)
آیا شما در حفاظت محیط زیست مسؤولیت دارید؟	گروپ ۱	بلی	۹۲	.۹۲	.۵۰	.۰۰۰
	گروپ ۲	نخیر	۸	.۰۸		
	مجموع		۱۰۰	۱.۰۰		

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که محصلان پوهنتون جوزجان دارای سطح آگاهی خوبی در زمینه مسائل محیط‌زیستی هستند. به‌طور کلی، ۴٪ محصلان در مورد مسائل محیط‌زیستی هیچ‌گونه آگاهی ندارند، در حالی که ۱۱٪ آگاهی بسیار کمی دارند و ۱۲٪ دیگر نیز دارای آگاهی کم هستند. همچنین، ۳۷٪ از محصلان سطح آگاهی متوسط دارند و ۳۶٪ آن‌ها از آگاهی زیاد برخوردارند. میزان آگاهی در بین هفت پوهنځی متفاوت است؛ طوری‌که پوهنځی انجنیری جیولوجی و معادن بالاترین میزان آگاهی را داراست. پس از آن، پوهنځی‌های انجنیری تکنالوژی صنایع کیمای، حقوق و علوم سیاسی، اقتصاد و علوم اجتماعی قرار دارند. در مقابل، کمترین میزان آگاهی محیط‌زیستی مربوط به محصلان پوهنځی تعلیم و تربیه است.

جدول ۵. سطح آگاهی محصلان

سطح آگاهی محصلان	درصد محصلان
هیچ‌گونه آگاهی	۴٪
آگاهی بسیار کم	۱۱٪
آگاهی کم	۱۲٪
آگاهی متوسط	۳۷٪
آگاهی زیاد	۳۶٪



شکل ۱. سطح آگاهی محصلان

جدول ۹. میزان آگاهی در بین پوهنخی‌ها

پوهنخی‌ها	سطح آگاهی محیط زیستی
انجینیری جیولوجی و معادن	زیاد
انجینیری صنایع کیمیای	زیاد
حقوق و علوم سیاسی	متوسط
اقتصاد	متوسط
علوم اجتماعی	متوسط
تعلیم و تربیه	بسیار کم

۴. مناقشه (Discussion)

یافته‌های تحقیق نشان‌دهنده سطح آگاهی نسبتاً خوبی از مسائل محیط‌زیستی در میان محصلان پوهنتون جوزجان است. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات پیشین همچون پژوهش سمیه مرادحاصلی، پوریا عطائی و حمید کریمی‌گوغری (۱۳۹۷) همخوانی دارد که تأکید می‌کند آگاهی و نگرش‌های محیط‌زیستی در میان جوانان، به‌ویژه محصلان، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر رفتارهای آنان داشته باشد. در تحقیق حاضر، تنها ۴ درصد از محصلان هیچ‌گونه آگاهی در مورد مسائل محیط‌زیستی ندارند و این نشان می‌دهد که اکثریت آن‌ها حداقل آگاهی نسبی از وضعیت محیط‌زیست خود دارند.

با این حال، نکته قابل توجه این است که ۱۱ درصد از محصلان دارای آگاهی بسیار کم و ۱۲ درصد دارای آگاهی کم هستند. این امر می‌تواند نشان‌دهنده وجود نواقص در نظام آموزشی و روش‌های تدریس در این زمینه باشد. پژوهش حسن ذوالفقاری و سمیه ناصرپور (۱۴۰۱) نیز بر اهمیت افزایش فرهنگ محیط‌زیستی در جامعه تأکید کرده و نتیجه‌گیری می‌کند که آموزش و اطلاع‌رسانی در زمینه مسائل محیط‌زیستی باید به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرد.

از سوی دیگر، یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که میزان آگاهی در بین پوهنځی‌های مختلف، متفاوت است. پوهنځی انجینیری جیولوجی و معادن بالاترین میزان آگاهی را داراست، در حالی که پوهنځی تعلیم و تربیه کمترین میزان آگاهی را دارد. این اختلاف می‌تواند ناشی از نوع دروس و محتوای آموزشی ارائه شده در این پوهنځی‌ها باشد. نتایج تحقیق علی شمس و سمیه ندرلو (۱۳۹۶) نیز بیان‌گر این است که نگرش و دانش محصلان در خصوص مسائل محیط‌زیستی تحت تأثیر منابع اطلاعاتی و نوع رشته تحصیلی آن‌ها قرار دارد.

توجه به یافته‌های این تحقیق و مقایسه آن با نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که نیاز به برنامه‌ریزی‌های آموزشی مؤثر و گنجاندن مباحث محیط‌زیستی در دروس پوهنتون احساس می‌شود. همچنین، به کارگیری شیوه‌های نوین آموزشی می‌تواند به ارتقاء سطح آگاهی و نگرش محصلان در زمینه مسائل محیط‌زیستی کمک کند. در نهایت، این تحقیق به اهمیت ترویج آگاهی‌های محیط‌زیستی در میان نسل جوان و به‌ویژه محصلان تأکید می‌کند؛ زیرا این افراد به‌عنوان رهبران آینده جامعه، نقش مؤثری در حفاظت از محیط‌زیست و ترویج فرهنگ پایدار خواهند داشت.

۵. نتیجه‌گیری (Conclusion)

بقای بشر و ارتقاء سطح زندگی ایجاب می‌کند که انسان به روابط صحیح با محیط زیست آگاهی داشته باشد و ارزش‌ها و دیدگاه‌ها را برای حفاظت و بهبود کیفیت آن به کار گیرد. در این راستا، آموزش محیط زیست به‌عنوان ابزاری ضروری برای تقویت فرهنگ محیط زیستی و رسیدن به اهداف توسعه پایدار در افغانستان به‌ویژه در نسل جوان، حائز اهمیت است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که محصلان پوهنتون جوزجان دارای سطح آگاهی خوبی در زمینه مسائل محیط زیستی هستند. اگرچه ۴ درصد از آن‌ها هیچ‌گونه آگاهی ندارند؛ اما ۳۶ درصد آگاهی زیادی دارند و ۳۷ درصد نیز در سطح متوسط قرار دارند. با توجه به تنوع پوهنځی‌ها، محصلان پوهنځی انجینیری جیولوجی و معادن از بالاترین میزان آگاهی برخوردارند، در حالی که محصلان پوهنځی تعلیم و تربیه کمترین آگاهی را دارند.

به‌طور کلی، این تحقیق بر ضرورت توسعه برنامه‌های آموزشی محیط زیستی تأکید دارد؛ تا با افزایش آگاهی و آموزش در بین محصلان، زمینه‌ساز رفتارهای سازگار با محیط‌زیست و حفاظت از منابع طبیعی شود. بر علاوه، توجه به شبکه‌های اطلاعاتی و رسانه‌ها می‌تواند به بهبود دسترسی به اطلاعات محیط‌زیستی و افزایش آگاهی عمومی کمک کند. در نهایت، این تحقیق به‌عنوان نقطه آغازی برای برنامه‌ریزی‌ها در حوزه آموزش محیط زیست و فرهنگ‌سازی در جامعه علمی و پوهنتونی افغانستان مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

منابع و مآخذ

- ذوالفقاری، حسن و ناصرپور، سمیه. (۱۴۰۱). ارزیابی دانش زیست محیطی دانشجویان دانشگاه رازی با تأکید بر گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی. *انسان و محیط زیست*، ۲۰(۴)، ۱۲۹-۱۴۵. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/848062>
- رمضانی، گل‌افروز و تحسینی، هادی. (۱۳۹۷). ارزیابی دانش، نگرش و عملکرد دانشجویان دانشگاه کردستان در خصوص مسایل زیست‌محیطی. *انسان و محیط زیست*، ۱۶(۴)، ۱۰۳-۱۱۷. <https://dor.org/20.1001.1.15625532.1397.16.4.8.5>
- شمس، علی و ندرلو، سمیه. (۱۳۹۶). بررسی دانش و نگرش محیط زیستی دانشجویان زنجان. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۴(۱۹)، ۵۴۵-۵۵۷. <https://doi.org/10.22034/jest.2017.10756>
- مرادحاصلی، سمیه؛ عطائی، پوریا و کریمی‌گوغری، حمید. (۱۳۹۷). تعیین کننده‌های نگرش محیط زیست گرایانه دانشجویان دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. *پژوهش‌های محیط زیست*، ۹(۱۸)، ۲۸۵-۲۹۸. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1397.9.18.24.3>
- هوشمندفیروزآبادی، فاطمه و همکاران. (۱۳۹۸). بررسی آگاهی و نگرش دانشجویان دانشگاه یزد نسبت به رشته محیط زیست و عملکرد آن در جامعه، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۱(۱۰)، ۲۱۷-۲۲۹. <https://doi.org/10.22034/jest.2020.8806.1737>
- Fransson, N. & Garling, T. (1999). Environmental Concern: Conceptual Definitions, Measurement Methods and Research Findings. *Journal of Environmental Psychology*, 19 (4), 369-382.
- Gidenz, An. 2010. Sociology. Translation: Hasan Chavoushian, Ney Publication, Tehran. (In Persian).