

ISSN: 2538-3809

فصلنامه علمی تخصصی

തൃശ്ശൂർ മുനിസിപ്പാലിറ്റി
 തൃശ്ശൂർ നഗരം

سال ششم، شماره ۱ (پیاپی ۳۳)، بهار ۱۴۰۰، جلد یک

جداسازی سولفید هیدروژن از بیوگاز به روش جاروب
کشی با آب به شکل ثقی و پلکانی
حسین نوروزی مقدم، اقدس بنایی

استفاده از فناوری مالیتی پلکس تقسیم طول موج در
ارتباطات فیبر نوری (DWDM)
مهدی رضاتبار، یاسره یوسف تبار

بهره گیری از روش های داده کاوی جهت بررسی الگوریتم
تَشخیص چهره براساس کانالی از طبقه بند درخت
تصمیم گیری
احسان نریمانی، افشین رضاخانی

جداسازی روغن از محلول‌های آبی با نانو فیلتر آب گریز
پلی استر
روح الله حسنی، شهلا شیباسی

بررسی ابعاد مختلف ارگونومی در طراحی داخلی
فضاهای درمانی با رویکرد افزایش کیفیت در سلامت
روانی کارکنان و بیماران
مطهره غلامپور، محمد روحانی



نشریه

تهران، افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲۴۸۷ / ۰۲۶۴۴۴۵۳۱۳۱ / ۰۲۱۳۳۲۰۲۴۸۷
نشانی: کرج، آزادگان، ابتدای بلوار مطهری، کوچه شهید سنجابی، پلاک ۲۸، واحد ۴ کدپستی: ۳۱۳۳۹۵۲۵۹۵
www.NRES.ir @Shij.journals@gmail.com

چاپ

تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۳۹۳
نشانی: تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۳۹۳
انتشارات هنر و علوم دانشگاهی، تلفن: ۰۲۱ ۳۳۸۴۰۷۹۲

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: امیر حسین یوسفی زیر نظر شورای سردبیری مدیر اجرایی: منیژه ملائی

اعضای شورای علمی و داوری تحریریه: (به ترتیب حروف الفبا)

- دکتر محمدعلی ارجمند، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی
- دکتر شهرزاد اسدی، عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
- دکتر رضا افضل، عضو هیئت علمی دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی
- دکتر علی جباری، عضو هیئت علمی دانشگاه اراک
- دکتر نعمت حسینی، عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
- دکتر راحله خادمیان، عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی
- دکتر چنگیز دهقانپایان، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
- دکتر علی رحمانی هنزکی، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی
- دکتر قدرت الله رودینی، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
- دکتر محبعلی رهدار، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
- دکتر مرتضی زیودار، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
- دکتر علی فروغی، عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز
- دکتر محمدحسین کاظمی، عضو هیئت علمی دانشگاه شاهد
- دکتر علی لکی روحانی، عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان
- دکتر سیدحمید هاشمی، عضو هیئت علمی دانشگاه اراک
- دکتر هجیر کریمی، عضو هیئت علمی دانشگاه یاسوج

فراخوان پذیرش مقاله:

نشریه «پژوهش‌های نوین علوم مهندسی» توسط موسسه مطبوعاتی مطالعات کاربردی شبک و با همکاری علمی اساتید برجسته دانشگاه‌های کشور به انتشار مقالات علمی در حوزه‌های مختلف علوم مهندسی می‌پردازد. از این‌رو از تمام اساتید، صاحب‌نظران، کارشناسان، دانشجویان و پژوهشگران دعوت می‌شود با ارسال مقالات علمی خود از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.Nres.ir در پربارتر کردن این نشریه، ما را یاری نمایند.
برای ارسال مقاله کافی است تا در وبسایت ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید.

محورها و موضوعات پذیرش مقاله:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| - مهندسی صنایع | - مهندسی برق و الکترونیک |
| - مهندسی عمران | - مهندسی انرژی و فیزیک |
| - مهندسی مکانیک | - مهندسی شیمی، نفت و پلیمر |
| - مهندسی معدن | - مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات |
| - مهندسی هوا فضا | - مبانی علوم مهندسی |
| - مهندسی مواد و متالورژی | - مدیریت دانش در علوم مهندسی |

فهرست مقالات

صفحه	عنوان مقاله
۱	جداسازی سولفید هیدروژن از بیوگاز به روش جاروب کشی با آب به شکل ثقلی و پلکانی حسین نوروزی مقدم، اقدس بنایی
۱۳	استفاده از فناوری مالتی پلکس تقسیم طول موج در ارتباطات فیبر نوری (DWDM) مهدی رضاتبار، یاسره یوسف تبار
۲۳	بهره‌گیری از روش‌های داده‌کاوی جهت بررسی الگوریتم تشخیص چهره براساس کانالی از طبقه بند درخت تصمیم‌گیری احسان نریمانی، افشین رضاخانی
۳۱	جداسازی روغن از محلول‌های آبی با نانو فیلتر آب گریز پلی استر روح الله حسنی، شهلا شیاپی
۳۷	بررسی ابعاد مختلف ارگونومی در طراحی داخلی فضاهای درمانی با رویکرد افزایش کیفیت در سلامت روانی کارکنان و بیماران مطهره غلامپور، محمد روحانی

جداسازی سولفید هیدروژن از بیوگاز به روش جاروب کشی با آب به شکل ثقیلی و پلکانی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۴

کد مقاله: ۶۶۵۳۷

حسین نوروزی مقدم^۱، اقدس بنایی^{۲*}

چکیده

در این پژوهش جداسازی سولفید هیدروژن بر پایه جاروب کشی با آب به شکل ثقیلی پلکانی انجام شده است به همین جهت سامانه‌ای شامل سازه فلزی، مخازن، فیلتر اصلی تصفیه‌کننده و خشک‌کننده، کمپرسور، پمپ آب، پمپ هوا، همزن، پمپ واکیوم، و سایر ملزومات نصب و راه‌اندازی و بهره‌برداری از آن آغاز شد. بهره‌برداری در طی مدت ۳۰ روز انجام و در مجموع تعداد ۷۱ سنجش صورت گرفته است؛ که اطلاعات مربوط به ۳۷ سنجش آنالیز گردیده است. نتایج میزان سولفید هیدروژن وارده شده به سیستم نشان‌دهنده این است که بیش‌ترین میزان سولفید هیدروژن معادل ۴۰/۸ و کمترین میزان معادل ۸/۱ گرم بر مترمکعب در ساعت بوده است. بیش‌ترین درصد جداسازی سولفید هیدروژن معادل ۹۷ و کمترین میزان در شرایطی که هیچ‌گونه تعویض آب یا تزریق آب تازه به سیستم انجام نگرفته است، معادل ۳۱ درصد بوده است. بیش‌ترین مقدار سولفید هیدروژن حذف‌شده توسط سیستم معادل ۲۰/۹ و کمترین مقدار در شرایطی که هیچ‌گونه تعویض آب یا تزریق آب تازه به سیستم انجام نگرفته است، معادل ۸/۱ گرم بر مترمکعب در ساعت بوده است. گستره pH از مقدار ۷/۸ شروع و به مرور با کار کردن سیستم در رنج ۵/۸ ثابت باقی مانده است.

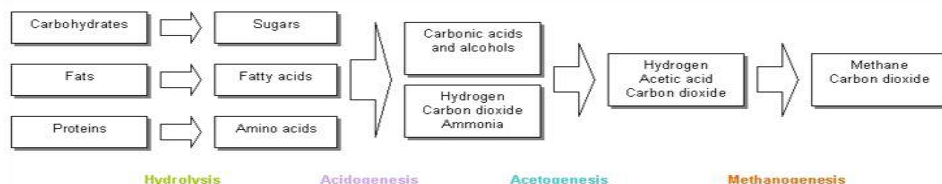
واژگان کلیدی: سولفید هیدروژن، جداسازی، جاروب کشی، بیوگاز

۱- مربی پژوهشی، بخش تولید حیوانات آزمایشگاهی موسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی شعبه شمال شرق کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- استادیار پژوهشده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسول) banaei@acecr.ac.ir

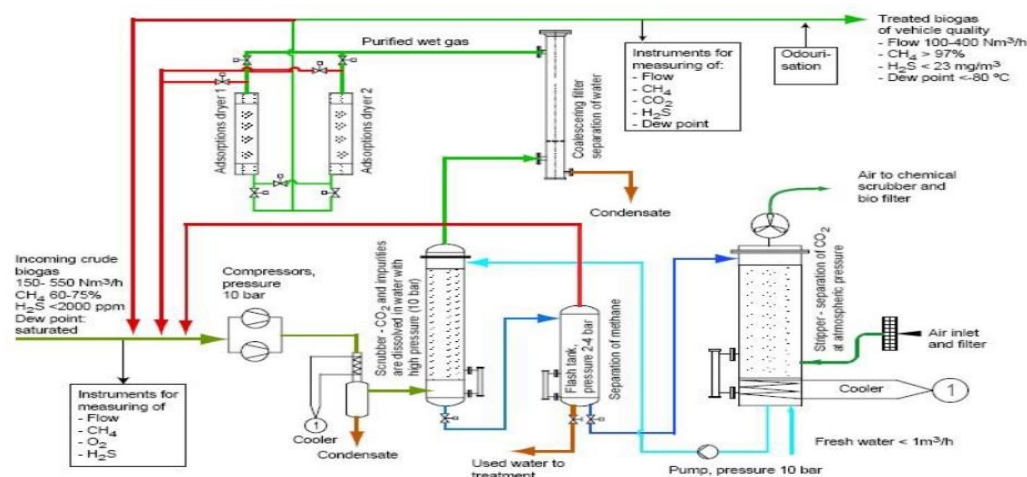
۱- مقدمه

فرایند تولید بیوگاز از زیاله‌های آلی دفن شده تحت شرایط هضم بی‌هوازی توسط باکتری‌ها شامل مراحل متفاوتی می‌باشد. از جمله اینکه کربوهیدراتها، چربیها و پروتئین‌های موجود در زیاله ابتدا تحت فرایند هیدرولیز به مولکولهای اولیه سازنده خود که شامل قندها، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه است، تبدیل می‌شوند. سپس این بنیان‌ها تحت فرایند اسیدوژن به الکل، اسید کربونیک، هیدروژن، دی‌اکسیدکربن و آمونیوم تبدیل می‌شوند. در مرحله بعد تحت فرایند استوژن این فراورده‌ها به هیدروژن، اسید استیک و دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌شوند و در نهایت تحت فرایند متانوژن از آنها متان و دی‌اکسیدکربن و مقداری هیدروژن سولفید تولید می‌شود (تصویر ۱).



تصویر ۱: نمایش ایجاد متان تحت شرایط بی‌هوازی (Vijay 2012).

بسته به منشأ اولیه تولید کننده بیوگاز غلظت سولفید هیدروژن در آن ۸۰-۱۰۰۰۰ ppm می‌باشد. مکانیسم اولیه تولید آن ناشی از احیای پروتئینهای گوگردی تحت شرایط بی‌هوازی به وسیله میکروارگانیسمهای احیاکننده سولفات می‌باشد. گوگرد غیرآلی، به ویژه سولفات تحت فرایند بیوشیمیایی تبدیل به مقادیر قابل توجهی سولفید هیدروژن می‌شود. سولفید هیدروژن باعث خوردگی تجهیزاتی نظیرلوله‌ها، مخازن گازی، کمپرسورها و موتورهای می‌شود و برای کاتالیزوهای اصلاح کننده پیل های سوختی سمی است. علاوه بر این، سوختن سولفید هیدروژن منجر به خروج دی اکسید گوگرد که اثرات زیست محیطی مخربی دارد، لذا به منظور استفاده از بیوگاز تولیدی به عنوان سوخت باید آن را تصفیه نمایم. برای این منظور در قدم اول باید گازهای مضر همراه آن برداشته شود، به طوری که مقدار انرژی گاز افزایش یابد (Nozic 2006). برای حذف سولفید هیدروژن از بیوگاز فناوری های متعددی وجود دارد. این فناوریها بسته به سیستم بیوگاز مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. انتخاب بهترین فناوری به استفاده نهایی که از آن خواهد شد، ترکیب، تنوع، حجم گازی که باید خالص شود، غلظت سولفید هیدروژن در آن و میزان سولفید هیدروژنی که باید حذف شود، وابسته است. به طور کلی روشهای حذف سولفید هیدروژن بر پایه نوع عملکرد به دو دسته روشهای فیزیکیوشیمیایی و بیوتکنولوژی تقسیم می‌شوند. با وجودی که روشهای فیزیکیوشیمیایی سنتی هستند، هنوز هم به طور غالب به کار گرفته می‌شوند. در دو دهه گذشته روشهای بیوتکنولوژی بسیار مورد توجه قرار گرفته است و تجارب زیاد در این زمینه مبین آن است که روشهای بیوتکنولوژی کارایی بیشتری دارند. همچنین این روشها تولید جریان ثانویه از موادی که خودشان نیاز به پاکسازی مجدد داشته باشند را نمی‌کنند. با این وجود استاندارد کردن روشهای حذف بیولوژیک مستلزم تحقیقات پایه و کاربردی است. همچنین ترکیب روشهای فوق در حال توسعه است. (Allegue and Hinge 2014). شهرداری مشهد مقدس با دفن زیاله در محل سازمان بازیافت اقدام به استحصال بیوگاز نموده است. به طور عمومی بیوگاز دارای ۶۵-۵۵ درصد متان، ۴۵-۳۵ درصد دی‌اکسیدکربن، ۱-۰/۵ درصد سولفید هیدروژن و مقدار کمی بخار آب است. از بیوگاز تولیدی در ژنراتورهای مولد برق استفاده می‌شود لذا ضروری است به منظور استفاده بهینه از آن قبل از مصرف خالص سازی شود. از این رو سازمان مدیریت پسماند شهرداری مشهد در راستای رفع این مشکل در سایت خود با پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی قراردادی منعقد نموده است. این مقاله حاصل انجام این قرارداد می‌باشد. جذب با آب یا جاروب کشی با آب از فناوریهای غالب در خالص سازی بیوگاز می‌باشد. این فناوری برای این اساس است که قابلیت انحلال دی‌اکسیدکربن و سولفید هیدروژن در آب از متان بیشتر است. همچنین قابلیت انحلال آنها در آب با افزایش فشار زیاد می‌شود. در این فناوری بیوگاز تحت فشار به پایین ستون جذب تزریق می‌شود، در حالی که آب از بالا با فشار وارد می‌شود و جریان این دو برعکس هم می‌باشد. در داخل ستون دی‌اکسیدکربن و سولفید هیدروژن توسط آب جذب می‌شود و گاز خروجی غنی از متان است. آبی که از ستون خارج می‌شود دارای بخشی از گازهای دی‌اکسیدکربن، سولفید هیدروژن و مونو اکسید کربن حذف شده است در این تکنیک باز فرآوری آب در داخل مخزن آزادسازی با تزریق هوا و همزدن انجام می‌شود. (Nozic 2006) در نتیجه آب بازفرآوری شده و مجدد قابل استفاده می‌شود. از مزایای این روش در دسترس بودن و هزینه پایین آن است. با این فرایند سولفید هیدروژن تا کمتر از ۵ میلی گرم در متر مکعب حذف خواهد شد. از طرف دیگر با این تکنولوژی از خروج دی اکسید گوگرد جلوگیری خواهد شد. (Allegue and Hinge 2014) استفاده از این روش به دلیل صرفه جویی در هزینه‌ها و استفاده از امکانات و پتانسل موجود در داخل کشور مناسب است.



تصویر ۲- نمایش تکنیک جاروب کشی بیوگاز با آب

۲- مواد و تجهیزات مورد بررسی

۲-۱- سازه پلکانی استقرار تجهیزات

سکوی پلکانی استقرار تجهیزات از آهن با ارتفاع سه متر طراحی و ساخته شده است. این سکوداری چهار پله جهت استقرار تجهیزات می باشد. ارتفاع پیش بینی شده تا اولین پلکان یک متر و فاصله پله ها با هم نیم متر می باشد. طراحی و ساخت سکوی بگونه ای است که تجهیزات و مخازن به راحتی بر روی آن استقرار می یابند و هیچگونه لرزشی در حین کار ایجاد نمی گردد.

۲-۲- ستون تصفیه و جاروب کشی بیوگاز

با انجام محاسبات ویژگی های ساختاری مورد نیاز برای سامانه تصفیه و جاروب کشی تعیین و پس از مشورت با کارشناسان مخزن تصفیه و جاروب کشی با مشخصات فنی مد نظر طراحی و ساخته شد. بر این مبنا ستون تصفیه از جنس استیل به ارتفاع هفتاد و قطر ده سانتی متر طراحی و ساخته شد. در این ستون در بالای شیر برای ورود آب با فشار ده اتمسفر به داخل ستون در نظر گرفته شده است. همچنین یک جایگاه خروجی آب از پائین می باشد که دبی خروجی آن دوبرابر دبی آب ورودی می باشد. علاوه بر آن دارای یک جایگاه ورودی بیوگاز خام در پایین و یک شیر برای خروج گاز پس از تخلیص از بالا می باشد. نازل های ورودی گاز و آب دارای مجاری مناسبی می باشند. یک کمپرسور فشار گاز تزریقی را تا ۱۰ بار تامین و گاز را به ستون تزریق خواهد کرد و همچنین یک پمپ آب پر قدرت آب را با فشار ۱۰ بار از روی زمین پمپاژ و به ستون تزریق خواهد کرد. علاوه بر این یک رطوبت گیر اولیه در بالای ستون محل خروجی گاز در نظر گرفته شده است. همچنین محفظه نگه دارنده بستر تماس گاز و آب در داخل فیلتر قرار دارد. این فیلتر جهت کنترل های لازم از سه نقطه قابلیت باز و بسته شدن را دارد. بستر یا ستون پکینگ از جنس سیم های نازک استیل به هم تنیده که دارای قطری معادل هشت سانتی متر است و در داخل فیلتر تعبیه شده است. این بستر بیشترین احتمال برخورد بین مولکول های گاز ناخالص تزریق شده و آب را فراهم می کند.



تصویر ۳- از راست نمایش فیلتر تصفیه، نمونه سیم های نازک استیل به هم تنیده استقرار داده شده در فیلتر، نازل ورودی گاز، نازل ورودی آب که در داخل فیلتر تعبیه شده اند.

۳-۲- مخزن استراحت

پس از ستون تصفیه، مخزن استراحت بر بالاترین سطح سازه پلکانی مستقر است. خروجی ستون تصفیه از طریق یک لوله به ورودی مخزن استراحت مرتبط است. بدین ترتیب آب به همراه ناخالصی‌های گرفته شده از گاز ناخالص در داخل فیلتر ستون تصفیه، به مخزن استراحت وارد می‌شود و فشار آب در آن به حداقل می‌رسد. علاوه بر اینها دارای یک خروجی برای گازهای احتمالی آزاد شده می‌باشد. مانده متان احتمالی همراه آب با توجه به کاهش فشار آب آزاد شده و از طریق خروجی تعبیه شده روی مخزن به پشت کمپرسور وارد خواهد شد. در نهایت مخزن استراحت دارای یک خروجی آب به مخزن آزادسازی و یک خروجی اضطراری آب که به مخزن اصلی متصل شده می‌باشد.

۴-۲- مخزن آزادسازی دی اکسید کربن آب و مشخصات فنی بلوئر و الکتروموتور

مخزن آزادسازی دارای یک ورودی آب از مخزن استراحت و یک خروجی آب به مخزن خلأ می‌باشد. علاوه بر این مخزن مجهز به یک الکتروموتور گیربکسی است که این موتور از طریق یک پروانه با تعداد بیست و هشت دور در دقیقه در داخل مخزن همزدن آب را انجام می‌دهد. در ضمن یک بلوئر یا دمنده هوا از طریق یک شیلنگ به این مخزن متصل است و در زمان کارکرد سیستم به طور مداوم هوا را به داخل مخزن پمپ می‌کند. در نتیجه وارد کردن هوا و هم زدن، دی اکسید کربن آب آزاد و وارد محیط خواهد شد. مشخصات فنی بلوئر و همچنین مشخصات فنی الکتروموتور گیربکسی به کار گرفته شده در طرح در مخزن آزادسازی دی اکسید کربن آب در جداول جداگانه کنترل شده است.

۵-۲- مخزن خلأ

این مخزن دارای یک ورودی آب از مخزن آزادسازی و یک خروجی آب به مخزن زیستی (مخزن بین مخزن خلأ و مخزن اصلی) است. این مخزن مجهز به یک الکتروپمپ خلأ روغنی است که با یک شیلنگ به آن متصل شده است. در زمان کارکرد سیستم این پمپ به طور دائم روشن است و داخل مخزن را خلأ می‌کند. واکيوم کردن این مخزن باعث خروج هوا و گازهای مانده احتمالی خواهد شد.



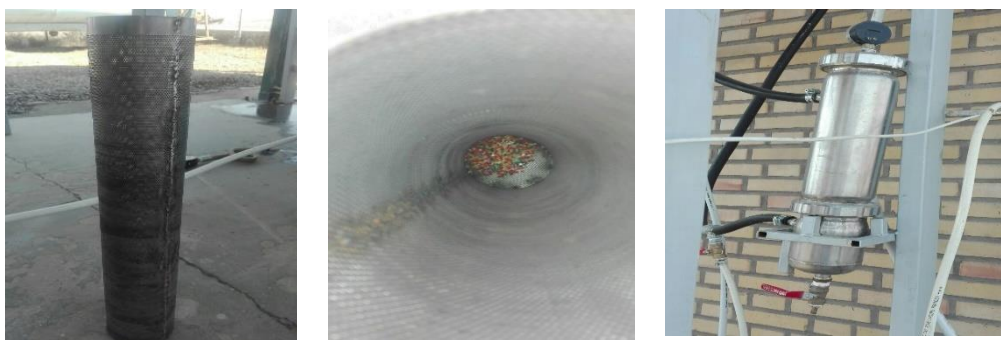
تصویر ۴- از راست نمایش مخزن استراحت و بلوئر استقرار داده شده در کنار آن، مخزن آزاد سازی و همزن، مخزن خلأ و پمپ خلأ متصل به آن

۶-۲- مخزن اصلی ذخیره آب

مخزن ذخیره اصلی به گنجایش حجم پانصد لیتر بر روی زمین قرار دارد. این مخزن دارای یک ورودی آب از مخزن زیستی و یک ورودی آب از مخزن استراحت و یک ورودی آب جبرانی از آب محل می‌باشد. همچنین این مخزن دارای خروجی آب به سیستم از طریق پمپ آب می‌باشد. پمپ فشارقوی آب را از این خروجی مخزن به روی ستون تصفیه منتقل خواهد کرد. علاوه بر این این مخزن دارای یک شیلنگ خروجی آب برای مواقع شستشو هم می‌باشد.

۷-۲- ستون خشک‌کننده گاز متان خالص شده

این ستون دارای فیلتر خشک‌کننده گاز از جنس استیل است. همچنین دارای یک ورودی گاز از پائین و خروجی گاز از بالا می‌باشد. این ستون به شیر خروجی گاز متان خالص شده از طریق ستون تصفیه و جاروب کشی متصل می‌شود و محل استقرار آن در مجاورت مخزن ستون جارو کشی است. در داخل این مخزن موادی جذب کننده رطوبت قرار داده خواهد شد تا بخار آب احتمالی همراه گاز را جذب کند. علاوه بر این یک شیر خروجی برای خروج آب جمع شده در آن در قسمت زیر خشک‌کن تعبیه شده است. همچنین دارای محفظه محتوی مواد رطوبت گیر همراه با فشارسنج می‌باشد و قابلیت باز و بسته شدن را دارد.



تصویر ۵- از راست نمایش ستون خشک کننده، خاک زله ای استقرار داده شده در محفظه آن و محفظه استقرار مواد خشک کننده

۸-۲- کنتور گاز

کنتور گاز متصل به گاز ورودی تصفیه شده از خشک کن است و خروجی گاز از آن به یک مشعل متصل شده است. علاوه بر این در مسیر خروجی گاز یک شیلنگ رابط مجهز به شیر پنیوماتیک جهت نمونه برداری تعبیه شده است. این کنتور دارای نمایشگر دیجیتال و معمولی مقدار گاز تصفیه شده به مترمکعب و دمای گاز می باشد.

۹-۲- تابلو کنترل تجهیزات برقی

تابلو کنترل ساخته شده دارای کلیدهای کنترلی روشن و خاموش کردن پمپ آب، کمپرسور، همزن، هواده و پمپ خلأ می باشد. تمام اتصالات روکش دار و مناسب می باشد و در هرگونه اتصال جریان برق به صورت خودبخود قطع می شود.



تصویر ۶: از راست نمایش نمای داخلی تابلو کنترل برق، نمای بیرونی تابلو کنترل برق، کنتور گاز

۳- روش های مورد بررسی

۳-۱- ابزار های سنجش

در این سیستم در ابتدای ورودی گاز به کمپرسور و پس از خروج گاز از کنتور شیلنگ رابط مجهز به شیر پنیوماتیک تعبیه شده است. از این دو شیلنگ جهت آنالیز گاز ورودی قبل از تصفیه و گاز خروجی بعد از تصفیه استفاده شده است. سنجش گاز با آنالیزور ژئوتک (GA 2000) انجام شده است. برای سنجش، شیلنگ ورودی گاز را به ورودی آنالیزور وصل کرده و کار با دستگاه را شروع می کنیم. مدت زمان لازم تا سنجش کامل را صبر کرده و نتایج را در فرمهای بهره برداری ثبت می نماییم. برای اندازه گیری دما از ترمومتر معمولی آزمایشگاهی و یا ترمومتر دیجیتال استفاده نموده ایم. همچنین برای بررسی تغییرات pH از پی اچ متر پرتابل SANXIN یا آزمایشگاهی Metrohm استفاده شده است. تغییرات EC و TDS از دستگاه کندانکتیویتری WTW COND 7110 ino Lab در آزمایشگاه استفاده شده است.



تصویر ۷: از راست ترمومتر دیجیتال، آنالیزور گاز، pH متر پرتابل

۳-۲- چگونگی عملکرد سیستم

در سیستم ساخته شده کمپرسور تأمین و تنظیم فشار لازم برای گاز تزریقی به فیلتر تصفیه در رنجی برابر ۲ تا ۱۰ بار را فراهم می‌کند. از طرف دیگر پمپ آب باعث تأمین فشار لازم برای پمپاژ آب به فیلتر تصفیه به میزان ۳ تا ۱۲ بار می‌شود. برخورد آب و گاز که هر دو با فشار بالا وارد و در جهت عکس هم وارد فیلتر تصفیه می‌شوند، سبب ایجاد شرایط لازم جهت همراه شدن سولفید هیدروژن و بخشی از دی‌اکسیدکربن و منواکسیدکربن موجود در گاز ناخالص با آب به منظور خالص‌سازی گاز می‌شود و سپس آب همراه با ناخالصی‌های جذب شده از گاز، وارد مخزن آزادسازی می‌شود که در آن شرایط لازم جهت آزادسازی دی‌اکسیدکربن حل شده در آب از طریق همزدن و هوادهی فراهم می‌شود و همچنین واکنش سولفید هیدروژن و اکسیژن که منجر به تولید گوگرد و آب می‌شود در این مخزن انجام می‌شود. (Cebula 2009).



علاوه بر این درمخزن خلأ مکش باقی مانده دی‌اکسیدکربن و سایر گازهای همراه با آب انجام می‌شود.

۳-۳- روش محاسبه میزان سولفید هیدروژن لود شده با سیستم

زمان پاسخ در آنالیزور بر حسب دقیقه و مقدار حذف سولفید هیدروژن در آنالیزور به ppm (میلی گرم در لیتر در دقیقه) بیان می‌شود (Ltd 2000). لذا میزان سولفید هیدروژن لود شده (بارگیری شده) در سیستم از یک طرف تابعی از جریان گاز ورودی و غلظت سولفید هیدروژن ورودی و جرم مولکولی آن و از طرف دیگر تابعی از حجم فیلتر و حجم مولکولی گاز در شرایط استاندارد است (Naegele et al. 2013). بنا براین میزان لود به کمک معادله ۱ قابل محاسبه است:

$$loading\ rate = \frac{gase\ flow\ [\frac{l}{h}] H_2S_{input}[ppm] 34.08[\frac{g}{mol}]}{filter\ volum[m^3] 22.41[\frac{l}{mol}] 10^6} \quad (1)$$

۳-۴- روش محاسبه کارایی سیستم در حذف^۱ (RE)

برای محاسبه کارایی سیستم، آنالیز نمونه در ورودی، که قبل از کمپرسور است و در خروجی که بعد از کنتور گاز است، انجام می‌شود. نتایج به دست آمده برای محاسبه کارایی سیستم در حذف سولفید هیدروژن یا هر ماده دیگری به کمک معادله ۲ مورد استفاده قرار می‌گیرد. (Nozic 2006).

$$RE = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (2)$$

A غلظت سولفید هیدروژن قبل از ورود به فیلتر تصفیه و B غلظت سولفید هیدروژن پس از خروج از فیلتر تصفیه است و کارایی سیستم به درصد را بیان می‌کند یا به بیان دیگر قابلیت حذف سولفید هیدروژن در سیستم را با معادله ۳ می‌توانیم محاسبه و به درصد گزارش کنیم. (Naegele et al. 2013).

$$RE = \frac{H_2S_{input}[ppm] - H_2S_{output}[ppm]}{H_2S_{input}[ppm]} \times 100 \quad (3)$$

¹ Removal efficiency

۳-۵- روش محاسبه توان سیستم در حذف^۱ سولفید هیدروژن (EC)

میزان اشباع شدن سولفید هیدروژن در آب برابر ۰/۱ مول بر لیتر که معادل ۳۹۸۰ میلی گرم بر لیتر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد می‌شود (Luostarinen et al). میتوان حداکثر قابلیت سیستم در حذف سولفید هیدروژن را محاسبه نمود. زمان پاسخ در آنالیزور بر حسب دقیقه و میزان حذف سولفید هیدروژن در آنالیزور بر حسب ppm (میلی گرم در لیتر در دقیقه) بیان می‌شود (Ltd 2000). میزان حذف از اختلاف سنجش غلظت سولفید هیدروژن قبل از ورود به فیلتر تصفیه و بعد از ورود به فیلتر بدست می‌آید. میزان کل سولفید هیدروژن حذف شده از رابطه ذیل قابل محاسبه است. این سیستم توان خالص سازی ۶ متر مکعب گاز در ساعت را دارد. بنابراین اگر بخواهیم سرعت خالص سازی را در همین شرایط افزایش یا کاهش دهیم باید جریان گاز ورودی را به نسبت تغییر دهیم. مقدار سولفید هیدروژن لود شده در سیستم بر حسب گرم بر متر مکعب در ساعت گزارش می‌شود. ظرفیت یا قابلیت حذف را بر حسب گرم در متر مکعب بر ساعت گزارش می‌کنند. (Naegele et al. 2013).

$$EC = \frac{gas\ flow \left[\frac{l}{h} \right] \{ H_2S_{input} [ppm] - H_2S_{output} [ppm] \} 34.08 \left[\frac{g}{mol} \right]}{filter\ volume [m^3] 22.41 \left[\frac{l}{mol} \right] \times 10^6} \quad (4)$$

طبق تعریف اگر C اختلاف میزان غلظت سولفید هیدروژن ورودی و خروجی باشد، در واقع C مقدار خالص سازی یا حذف سیستم بر حسب میلی گرم در لیتر در یک دقیقه است که با ضرب کردن آن در ۱/۳۸ که ضریب فاکتور برای تبدیل میلی گرم در لیتر به میلی گرم در متر مکعب است (Siefers 2010) میزان خالص سازی سیستم بر حسب میلی گرم در متر مکعب گاز در یک دقیقه به دست خواهد آمد.

۳-۶- آنالیز آب مورد استفاده در سیستم قبل از تصفیه گاز و بعد از تصفیه گاز

به منظور بررسی و آنالیز تغییرات فاکتورهای مختلف آب مورد استفاده در طرح، طی دو مرحله نمونه برداری از آب انجام شد مرحله اول در شروع کار اجرایی و مرحله دوم پس از اینکه مقدار ۲۰ متر مکعب بیوگاز توسط سیستم تصفیه گردیده است نمونه ها جهت آنالیز کامل در اختیار آزمایشگاه معتبر قرار داده شد و نتایج تحویل گردید جزئیات در فصل نتایج بیان گردیده است.

۴- نتایج

۴-۱- بهره برداری آزمایشی

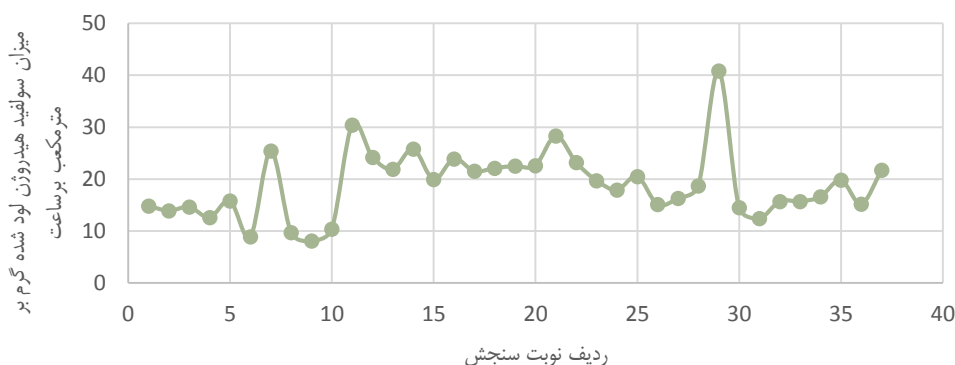
بهره برداری آزمایشی از سیستم از اوایل دی ماه سال ۱۳۹۶ آغاز و تا تاریخ ۹۷/۳/۲۸ به صورت پیوسته در طی مدت ۳۰ روز انجام شده است. در طی هر روز کاری بسته به ضرورت سنجش فاکتورهای مختلف مربوط به کارکرد سیستم انجام گرفته است. نتایج حاصل در جدولی تحت عنوان فرم ثبت داده های پایلوت تصفیه بیوگاز یادداشت گردیده است. این نتایج به تائید طرفین رسیده و نسخه اصلی آن تحویل کارفرما شده و نسخه دوم در اختیار مجریان می باشد. از آنجا که نتایج از مشابهت زیادی برخوردار بوده است در آنالیزهای انجام شده نتایج حاصله در فاصله زمانی ۹۶/۱۰/۱۶ تا ۹۶/۱۱/۴ مورد آنالیز قرار گرفته است. طی این مدت در مجموع تعداد ۷۱ سنجش انجام گرفته است که از این تعداد نتایج ۳۷ آنالیز مربوط به فاصله زمانی ۹۶/۱۰/۲۷ تا ۹۶/۱۰/۱۶ مورد بررسی کامل قرار گرفته است این نتایج در ردیف سنجش کد ۳۷ تا ۳۷ در جدول ۲ بیان شده است. برای محاسبه جریان گاز حجم مخزن کمپرسور ۱۰۰ بوده است وقتی مخزن را از بیوگاز پر کرده و این میزان را با کنتور گاز مورد سنجش قرار دادیم این مقدار معادل ۰/۷ متر مکعب شده است که با تناسب هر متر مکعب گاز معادل ۱۴۰ لیتر می باشد که با ضرب فلو گاز به متر مکعب در ساعت در ۱۴۰ اعداد فلو گاز به لیتر در جداول نتایج فصل بعد گزارش شده است همچنین فیلتر استوانه ای به ارتفاع ۷۰ است که ارتفاع قسمت اصلی فیلتر ۵۰ سانتی متر است و قطر ۱۰ سانتی متر می باشد و با توجه به این که یک استوانه است حجم فیلتر بر اساس فرمول استوانه محاسبه و در فرمول مقدار آن منظور در جداول محاسبات فصل بعد گزارش شده و بیان این مسله در مورد اطلاعات این جدول لازم است که میزان سولفید هیدروژن لود شده در واقع همان توان سیستم در حذف است و به بیان روشن تر همه مقدار لود شده الزاماً حذف نشده است بخشی همراه با آب شسته شده است و بخشی در گاز خروجی است در ایده آل ترین حالت این دو مقدار یکسان خواهند گردید و آن هم زمانی است که درصد حذف سولفید هیدروژن انجام شود

جدول شماره ۲: نتایج حاصله از بررسی فاکتورهای مختلف در سیستم خالص سازی بیوگاز (فاکتورهای سولفید هیدروژن)

ردیف سنجش	تاریخ	H ₂ S ورودی ppm	H ₂ S خروجی ppm	میزان حذف H ₂ S ppm	درصد حذف H ₂ S (RE)	فلو گاز به متر مکعب در ساعت	فلو گاز به لیتر در ساعت	میزان سولفید هیدروژن لود شده گرم بر متر مکعب بر ساعت LR	میزان توان سیستم در حذف H ₂ S گرم بر متر مکعب بر ساعت (EC)
۱	۹۶/۱۰/۱۶	۵۷	۲۳	۳۴	۶۰	۴/۸	۶۷۲	۱۴/۸	۸/۹
۲	۹۶/۱۰/۱۶	۶۰	۱۴	۴۶	۷۷	۴/۳	۶۰۲	۱۳/۹	۱۰/۷
۳	۹۶/۱۰/۱۷	۷۵	۱۴	۶۱	۸۱	۳/۶	۵۰۴	۱۴/۶	۱۱/۹
۴	۹۶/۱۰/۱۷	۷۵	۱۴	۶۱	۸۱	۳/۱	۴۳۴	۱۲/۶	۱۰/۳
۵	۹۶/۱۰/۱۸	۹۷	۱۰	۸۷	۹۰	۳	۴۲۰	۱۵/۸	۱۴/۲
۶	۹۶/۱۰/۱۸	۷۱	۱۵	۵۶	۷۹	۲/۳	۳۲۲	۸/۹	۶/۹
۷	۹۶/۱۰/۱۹	۸۱	۱۸	۶۳	۷۸	۵/۷۸	۸۰۹	۲۵/۴	۱۹/۷
۸	۹۶/۱۰/۲۰	۶۶	۱۰	۵۶	۸۵	۲/۷	۳۷۸	۹/۷	۸/۲
۹	۹۶/۱۰/۲۰	۷۱	۲	۶۹	۹۷	۲/۱	۲۹۴	۸/۱	۷/۹
۱۰	۹۶/۱۰/۲۱	۷۱	۱۰	۶۱	۸۶	۲/۷	۳۷۸	۱۰/۴	۸/۹
۱۱	۹۶/۱۰/۲۳	۸۹	۵۹	۳۰	۳۴	۶/۳	۸۸۲	۳۰/۴	۱۰/۳
۱۲	۹۶/۱۰/۲۴	۷۷	۱۱	۶۶	۸۶	۵/۸	۸۱۲	۲۴/۲	۲۰/۸
۱۳	۹۶/۱۰/۲۴	۸۴	۴۰	۴۴	۵۲	۴/۸	۶۷۲	۲۱/۹	۱۱/۵
۱۴	۹۶/۱۰/۲۴	۹۵	۱۸	۷۷	۸۱	۵	۷۰۰	۲۵/۸	۲۰/۹
۱۵	۹۶/۱۰/۲۴	۹۷	۱۹	۷۸	۸۰	۳/۸	۵۳۲	۱۹/۹	۱۶/۱
۱۶	۹۶/۱۰/۲۴	۹۸	۲۰	۷۸	۷۹	۴/۵	۶۳۰	۲۳/۹	۱۹
۱۷	۹۶/۱۰/۲۵	۸۸	۳۶	۵۲	۵۹	۴/۵	۶۳۰	۲۱/۵	۱۲/۷
۱۸	۹۶/۱۰/۲۵	۹۷	۴۱	۵۶	۵۸	۴/۲	۵۸۸	۲۲/۱	۱۲/۸
۱۹	۹۶/۱۰/۲۵	۱۰۱	۴۶	۵۵	۵۴	۴/۱	۵۷۴	۲۲/۵	۱۲/۲
۲۰	۹۶/۱۰/۲۵	۹۹	۴۶	۵۳	۵۴	۴/۲	۵۸۸	۲۲/۶	۱۲/۱
۲۱	۹۶/۱۰/۲۶	۷۸	۴۳	۳۵	۴۵	۶/۷	۹۳۸	۲۸/۳	۱۲/۷
۲۲	۹۶/۱۰/۲۶	۸۴	۴۵	۳۹	۴۶	۵/۱	۷۱۴	۲۳/۲	۱۰/۸
۲۳	۹۶/۱۰/۲۶	۹۱	۴۲	۴۹	۵۴	۴	۵۶۰	۱۹/۷	۱۰/۶
۲۴	۹۶/۱۰/۲۶	۹۲	۵۲	۴۰	۴۳	۳/۶	۵۰۴	۱۷/۹	۷/۸
۲۵	۹۶/۱۰/۲۷	۸۶	۴۵	۴۱	۴۸	۴/۴	۶۱۶	۲۰/۵	۹/۸
۲۶	۹۶/۱۰/۲۷	۸۷	۴۸	۳۹	۴۵	۳/۲	۴۴۸	۱۵/۱	۶/۸
۲۷	۹۶/۱۰/۲۷	۸۱	۴۳	۳۸	۴۷	۳/۷	۵۱۸	۱۶/۳	۷/۶
۲۸	۹۶/۱۰/۲۸	۸۶	۴۳	۴۳	۵۰	۴	۵۶۰	۱۸/۷	۹/۳
۲۹	۹۶/۱۰/۳۰	۱۰۳	۶۱	۴۲	۴۱	۷/۳	۱۰۲۲	۴۰/۸	۱۶/۶
۳۰	۹۶/۱۱/۱	۸۱	۴۰	۴۱	۵۱	۳/۳	۴۶۲	۱۴/۵	۷/۳
۳۱	۹۶/۱۱/۱	۸۸	۳۸	۵۰	۵۷	۲/۶	۳۶۴	۱۲/۴	۷/۱
۳۲	۹۶/۱۱/۲	۸۵	۵۰	۳۵	۴۱	۳/۴	۴۷۶	۱۵/۷	۶/۵
۳۳	۹۶/۱۱/۲	۸۵	۴۵	۴۰	۴۷	۳/۴	۴۷۶	۱۵/۷	۷/۴
۳۴	۹۶/۱۱/۳	۸۵	۴۷	۳۸	۴۵	۳/۶	۵۰۴	۱۶/۶	۷/۴
۳۵	۹۶/۱۱/۳	۸۵	۵۱	۳۴	۴۰	۴/۴	۶۰۲	۱۹/۸	۷/۹
۳۶	۹۶/۱۱/۴	۸۵	۵۶	۲۹	۳۴	۳/۳	۴۶۲	۱۵/۲	۵/۲
۳۷	۹۶/۱۱/۴	۸۰	۵۵	۲۵	۳۱	۵	۷۰۰	۲۱/۷	۶/۸

۲-۴- نتایج میزان سولفید هیدروژن لود شده با سیستم (Loding rate)

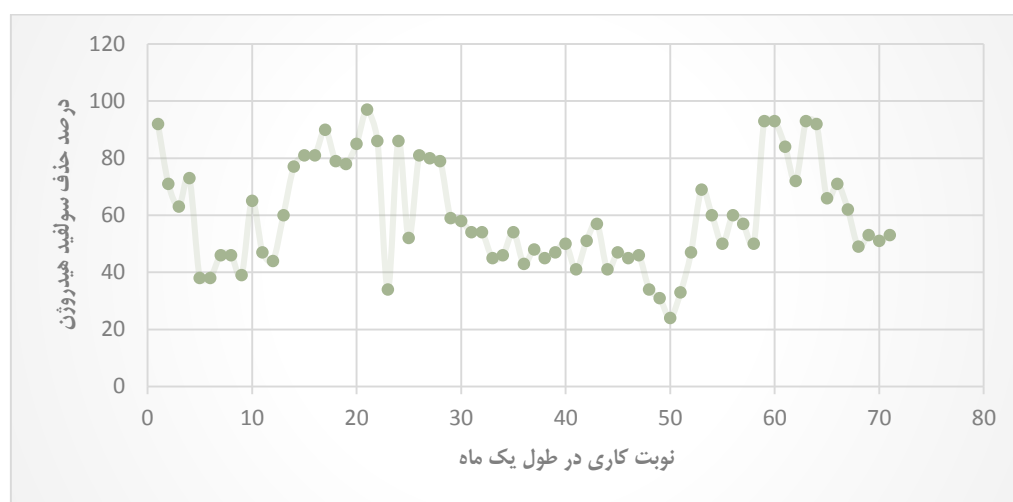
نتایج میزان سولفید هیدروژن لود شده (وارد شده) به سیستم که در جدول ۲ جزئیات بیان شده است، نشان دهنده این است که بیشترین میزان سولفید هیدروژن معادل ۴۰/۸ و کمترین میزان معادل ۸/۱ گرم بر متر مکعب در ساعت بوده است. باید توجه شود که بخشی از این میزان توسط سیستم حذف شده است و بخش جزئی همراه با گاز از سیستم خارج شده است. (نمودار ۱)



نمودار شماره ۱ میزان سولفید هیدروژن لود شده (وارد شده) به سیستم در سنجشهای ۳۷ گانه

۳-۴- نتایج محاسبه کارایی سیستم در حذف سولفید هیدروژن

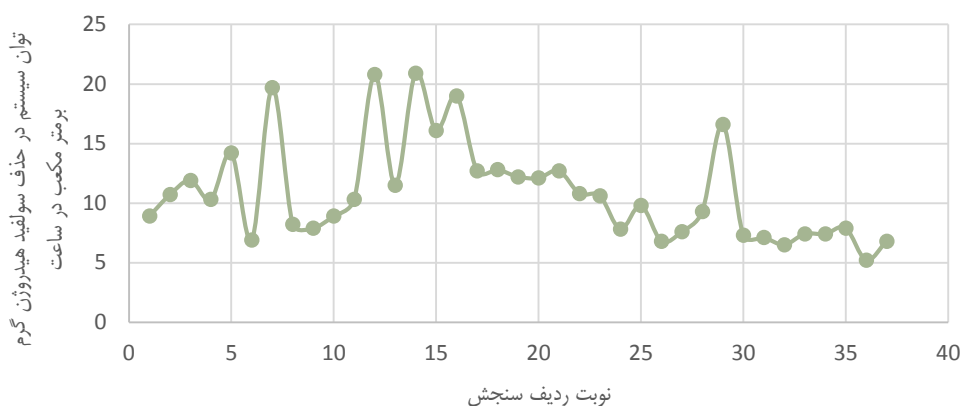
نتایج کارایی سیستم در حذف سولفید هیدروژن لود شده (وارد شده) به سیستم در جدول ۲ با جزئیات بیان شده است. نتایج نشان دهنده این است که بیشترین میزان درصد حذف سولفید هیدروژن معادل ۹۷ و کمترین میزان در شرایطی که هیچ گونه تعویض آب یا تزریق آب تازه به سیستم انجام نگرفته است، معادل ۳۱ درصد بوده است و متوسط کارایی سیستم در حذف سولفید هیدروژن ۶۰ درصد بوده است.



نمودار شماره ۲: درصد حذف سولفید هیدروژن در مدت زمان کارکردی یک ماهه تحت شرایط متفاوت

۴-۴- نتایج محاسبه توان سیستم در حذف سولفید هیدروژن

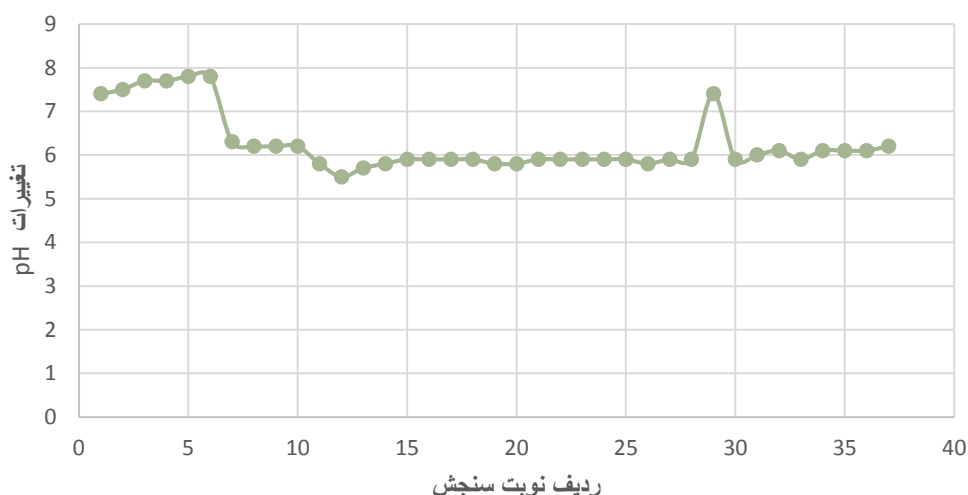
نتایج قابلیت یا توان سیستم در حذف میزان سولفید هیدروژن در ج جدول ۲ با جزئیات بیان شده است. این نتایج نشان دهنده این است که بیشترین میزان سولفید هیدروژن حذف شده توسط سیستم معادل ۲۰/۹ و کمترین میزان در شرایطی که هیچ گونه تعویض آب یا تزریق آب تازه به سیستم انجام نگرفته است، معادل ۸/۱ گرم بر متر مکعب در ساعت بوده است. (نمودار ۳)



نمودار شماره ۳ توان سیستم در حذف سولفید هیدروژن در سنجش های ۳۷ گانه

۵-۲- نتایج تغییرات PH آب در سیستم

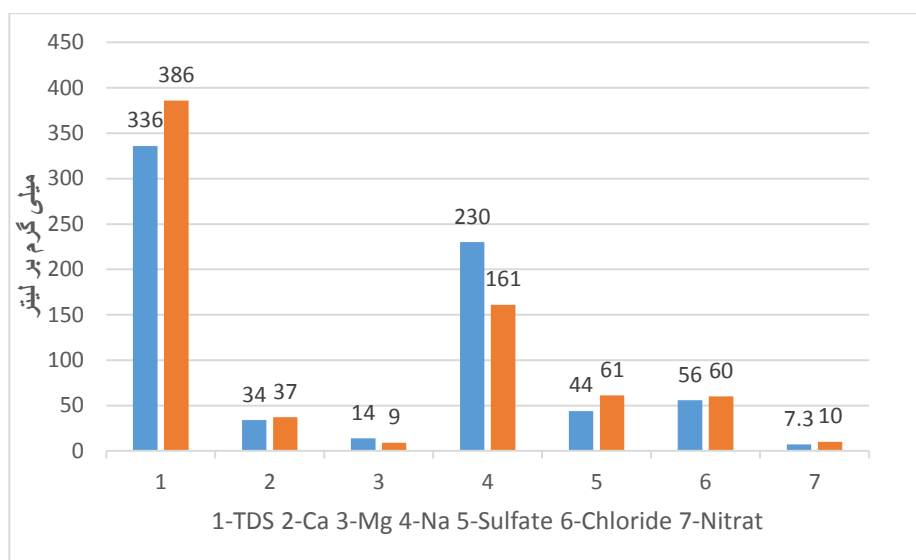
به طور کلی با در نظر گرفتن دمای آب PH از مقدار ۷/۸ که آب تمیز در سیستم بوده شروع و به مرور با کار کردن سیستم روند کاهشی آن آغاز گردیده است (نمودار ۴) و با کاهش حدود ۲ واحد به سمت اسیدی شدن رفته است و در رنج ۵/۸ ثابت باقی مانده است. این در شرایطی صورت گرفته است که عملاً به طور متوسط روزانه صد لیتر آب مخزن تخلیه و با آب تازه جایگزین گردیده است. در حالتی که به مدت یک هفته هیچگونه تزریق آب تازه به مخزن انجام نشده است یعنی ردیف ۲۹ تا ۳۶ عملاً کاهش PH یک واحد بوده است و در همین رنج باقی مانده است.



نمودار شماره ۴ نمایش تغییرات pH در سیستم در سنجش های ۳۷ گانه

۶-۲- نتایج آنالیز آب مورد استفاده در سیستم قبل از تصفیه گاز و بعد از تصفیه گاز

نتایج آنالیز آب مورد استفاده در سیستم قبل از تصفیه گاز و بعد از تصفیه گاز در نمودار شماره ۵ بیان شده است نتایج مبین افزایش غلظت کل جامدات محلول و سولفات و تا حدی نیترات می باشد که با توجه به نوع کارکرد سیستم طبیعی می باشد با توجه به رنج اندک تغییرات PH و از طرفی غنی بودن آب از ترکیبات سولفات و گوگردی این آب برای کشاورزی مناسب خواهد بود.



نمودار شماره ۵ مقایسه تغییرات آب شاهد (آبی) و آبی که ۲۰ متر مکعب بیوگاز در آن جداسازی شده است

۷- نتیجه گیری

همان طور که نتایج این طرح نشان داد میزان سولفید هیدروژن موجود در بیوگاز تولیدی بسیار بالا است و باعث آسیب جدی به تجهیزات در درازمدت خواهد شد. با این تکنیک به طور متوسط بدون در نظر گرفتن میزان سولفید هیدروژن در فلو گاز قادر به حذف سولفید هیدروژن تا ۹۷ درصد بوده است. وجه تمایز طراحی این سیستم درمقایسه با نمونه‌های خارجی مشابه جابجایی ثقلی آب، چیدمان عمودی و پلکانی بودن سیستم، استفاده از مکش برای جداسازی باقی مانده گازها می باشد این سیستم با اندکی تغییرات در ارتفاع فیلتر و پکینگ بستر قادر به حذف تمام وقت در رنجی بین ۷۰ تا ۸۰ درصد خواهد شد. از طرفی برای تکمیل و بهینه کردن شرایط حذف از یک تکنیک مکمل از جمله استفاده از فیلتر در شرایط جامد با هزینه اندک می‌توان استفاده کرد و این مجموعه با تعهدات لازم توانا به انجام این مهم می‌باشند.

تقدیر و تشکر

جا دارد از همه بزرگوارانی که در مراحل مختلف اجرای طرح از همیاری و مساعدت‌هایشان بهرمند شده ایم اقایان مهندس کریمیان، مهندس آدینه نیا، مهندس: علیزاده، رامشینی، خورشیدی، ابراهیمی، ثنایی، رضوانی، خانمها: نوروزی و موسوی و خلیلی همچنین از آقایان حسن زاده و پژمان قدردانی و تشکر نمائیم.

منابع

1. Allegue L.B. & Hinge J. 2014. Biogas upgrading Evaluation of methods for H2S removal. Danish technological institute 31.
2. Cebula J. 2009. Biogas purification by sorption techniques. ACEE Journal 2: 95-103.
3. Ltd G.I.U. 2000. GA2000 / GA2000Plus Gas Analyser
4. Luostarinen A., Normak A. & Edström M. Overview of Biogas Technology: Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management. European Union: European Regional Development Fund, 2011. 49 p.
5. Naegele H.-J., Lindner J., Merkle W., Lemmer A., Jungbluth T. & Bogenrieder C. 2013. Effects of temperature, pH and O2 on the removal of hydrogen sulfide from biogas by external biological desulfurization in a full scale fixed-bed trickling bioreactor (FBTB). International Journal of Agricultural and Biological Engineering 6: 69-81.
6. Nozic M. 2006. Removal of carbon dioxide from biogas. Department of Chemical Engineering, Lund University, Sweden. Hlm 1.
7. Siefers A.M. 2010. A novel and cost-effective hydrogen sulfide removal technology using tire derived rubber particles.
8. Vijay V.K. 2012. Biogas Purification Using Water Scrubbing Systems. Center for Rural Development and Technology, Indian Institut Technology, New Delhi.

استفاده از فناوری مالتی پلکس تقسیم طول موج در ارتباطات فیبر نوری (DWDM)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۳۰

کد مقاله: ۱۹۷۹۴

مهدی رضاتبار^{۱*}، یاسره یوسف تبار^۲

چکیده

روش ادغام سیگنال بر اساس تقسیم فشرده طول موج (DWDM) فناوری جدیدی است که قادر است با استفاده از عناصر نوری، چندین طول موج مدوله شده مجزای نور را در یک فیبر واحد ارسال کند و نرخ انتقال داده را به اندازه قابل توجهی افزایش دهد که قبلاً امکان پذیر نبوده است. این فناوری از یک طرف، قابلیت انتقال ترافیک پرمصرفیتی تا چندین ترابیت بر ثانیه را از طریق یک زوج فیبر دارد و از طرف دیگر از آنجایی که روی هر فیبر، تعدادی کانال ارتباطی (معادل با تعداد طول موج‌ها) وجود دارد، هرکانال می‌تواند نوع خاصی از ترافیک (مثلاً ترافیک ATM در یک کانال، صوت و اینترنت در کانالهای دیگر و غیره) را حمل کند. بدین ترتیب با استفاده از تکنولوژی DWDM به یک نرخ بیت حداکثری و نیز سرویس‌های چندگانه روی یک شبکه ناآل می‌شویم.

واژگان کلیدی: TDM, WDM, CWDM, DWDM, OADM

۱- کارشناس ارشد مهندسی IT، شبکه‌های کامپیوتری، دانشگاه مازندران (نویسنده مسئول)، mrezatabar@gmail.com

۲- کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، نرم افزار، دانشگاه مازندران

۱- مقدمه

در سیستم‌های ارتباط امروزی برای فراهم کردن خدمات مورد تقاضای کاربران جهت پشتیبانی از سرویس‌های گوناگون از قبیل اینترنت، ویدئو کنفرانس، پخش زنده مسابقات حساس، سیستم‌های VoIP^۱ و ...، بی‌شک پهنای باند زیادی مورد نیاز می باشد. برای نیل به این هدف، یکی از راه‌هایی که جدیداً مورد استفاده قرار گرفته فناوری DWDM^۲ می باشد که با ادغام سیگنالهایی با طول موج متفاوت در یک فیبر نوری، در عمل تعداد زیادی فیبر مجازی در هر کابل ایجاد می‌گردد که هر کدام سیگنال متفاوتی را حمل می‌کنند. این تکنیک می‌تواند ظرفیت شبکه موجود را بدون نیاز به کابل کشی مجدد افزایش داده و هزینه‌های ارتقای شبکه را به طور چشمگیری کاهش دهد.

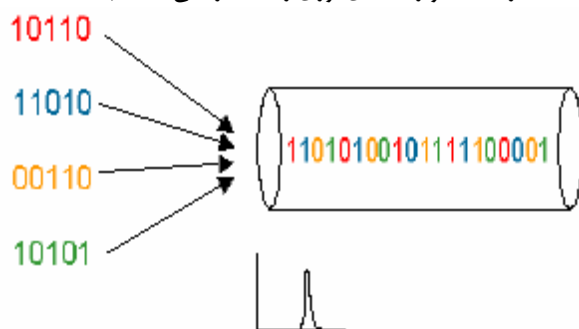
۲- راه‌های افزایش ظرفیت انتقال در شبکه‌های فیبر نوری

- استفاده از کابل‌های نوری جدید.
- استفاده بهینه از پهنای باند فیبرهای موجود که به دو روش استفاده از مالی پلکسینگ تقسیم زمان TDM^۳ و استفاده از مالی پلکسینگ تقسیم طول موج WDM^۴ امکان پذیر می‌باشد.

برای افزایش ظرفیت شبکه، می‌بایست راه حلی انتخاب شود که اقتصادی باشد و کاربر را برای استفاده از آن ترغیب کند. اولین راه حلی که به ذهن می‌رسد، استفاده از تعداد بیشتری فیبر برای دسترسی به پهنای باند بالاتر است که این کار اصلاً به صرفه نیست؛ چرا که یک راه حل کاملاً سخت افزاری است که با صرف هزینه و وقت زیاد همراه است. ضمن آنکه استفاده از تعداد فیبر بیشتر، الزاماً امکان ارائه خدمات جدید را برای ISP^۵ها فراهم نمی‌آورد.

راه حل دوم افزایش ظرفیت، استفاده از مالی پلکسینگ زمانی TDM است که با تقسیم بندی زمانی، امکان ارسال اطلاعات بیشتر را بر روی فیبر فراهم می‌آورد به عبارتی ظرفیت را با استفاده از برش زمان به فاصله‌های کوچک تر افزایش می‌دهد به طوری که در یک واحد زمانی تعداد بیت بیشتری می‌تواند منتقل گردد. این روش به طور معمول بر روی شبکه‌های فعلی مخابرات استفاده می‌شود؛ اما در آینده نزدیک برای دسترسی به سرعت ۴۰ Gb/s پس از ۱۰ Gb/s تنها با روش TDM امکان پذیر نخواهد بود و مستلزم پیشرفت تکنولوژی ساخت قطعات الکترونیکی است. در شکل ۱ مالی پلکسینگ تقسیم زمان نشان داده شده است (V. Alwayn, 2004).

روش TDM هم اکنون در شبکه‌های انتقال براساس SONET^۶ که استاندارد آمریکای شمالی و SDH^۷ که استاندارد بین‌المللی است به کار می‌رود. قابل ذکر است که SONET و SDH استانداردهایی هستند که برای سیگنال‌های دیجیتالی تعریف شده‌اند و سرعت ارتباطات، ساختار بسته‌ها و رابط‌های نوری را استاندارد می‌کنند. (E. Lowe, 1998)



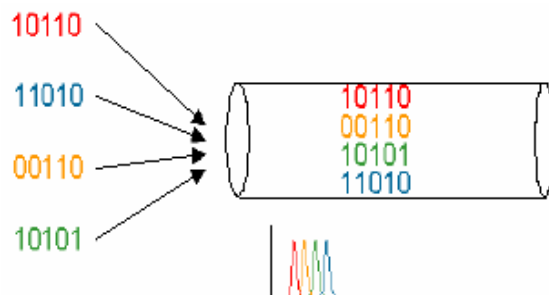
شکل ۱- مالی پلکسینگ تقسیم زمان

راه حل سومی نیز برای ISPها وجود دارد و آن استفاده از روش WDM است. در این روش، به هر یک از سیگنال‌های نوری ورودی، یک طول موج و یا یک فرکانس خاص داده می‌شود و سپس تمام سیگنال‌ها بر روی یک فیبر ارسال می‌شوند. از آنجا که هر یک از این طول موج‌ها مستقل از یکدیگر هستند و بر روی هم هیچ گونه تاثیری ندارند، این امکان را به ISPها می‌دهند تا از امکانات موجود شبکه به طور بهینه بهره بگیرند و بتوانند از تکنولوژی‌های مختلف استفاده کنند.

1. Voice over IP
2. Dense Wavelength Division Multiplexing
3. Time Division Multiplexing
4. Wavelength Division Multiplexing
5. Internet Service Provider
6. Synchronous Optical Network
7. Synchronous Digital Hierarchy

در این روش اگر فیبر را به صورت یک بزرگراه با چند خط ارتباطی در نظر بگیریم از تمام خطوط ارتباطی استفاده می شود در حالی که TDM فقط از یک خط استفاده کرده و فقط تعداد بیت های عبوری از همان خط را افزایش می دهد. در نتیجه در این حالت سرعت بیت ها افزایش می یابد. در شکل ۲ مالتی پلکسینگ تقسیم طول موج نشان داده شده است.

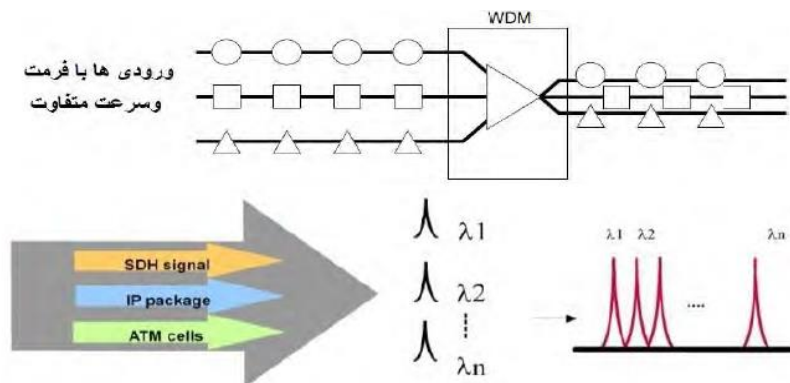
روش WDM را می توان به رشته های رنگارنگی تشبیه کرد که کنار هم قرار می گیرند تا یک طناب نازک را به وجود آورند که در آن هر یک از رشته های رنگین معرف یک طول موج می باشد و گیرنده وسیله ایست که عمل معکوس تهیه طناب را انجام می دهد یعنی طناب را از هم باز می کند تا دوباره به صورت رشته های رنگارنگ درآیند.



شکل ۲- مالتی پلکسینگ تقسیم طول موج

در واقع، WDM چندین سیگنال نوری را ترکیب می کند و آن ها را به صورت یک مجموعه، تقویت و ارسال می کند که این امر موجب افزایش ظرفیت خواهد شد. هر یک از این سیگنال ها می توانند سرعت های مختلف نظیر 3×10^8 ، 12×10^8 ، 24×10^8 و فرمت های گوناگون ATM^2 ، IP^3 و SONET را داشته باشند. در شکل ۳ افزایش نرخ بیت با استفاده از روش WDM نشان داده شده است (V. Alwayn, 2004).

اما آنچه که WDM را این چنین پرازش و مفید ساخته است، تقویت کننده هایی هستند که سیگنال نوری را بدون تبدیل به سیگنال الکتریکی تقویت می کنند. این تقویت کننده ها پهنای باند مشخصی دارند و در این پهنای باند می توانند تا ۱۰۰ طول موج را تقویت کنند. تقویت کننده $EDFA^4$ از جمله این تقویت کننده ها می باشد که در باند طول موجی ۱۵۳۰-۱۵۶۰ نانومتر استفاده می شود در این نوع تقویت کننده که به تقویت کننده های نوری اریبومی موسوم می باشند، از عنصر اریبوم که یک فلز خاکی است استفاده می شود و خواص لیزری در ۱/۵۵ میکرومتر دارد و باعث تقویت پالس های نوری در این محدوده می شود و کاربرد فراوانی در شبکه های مخابراتی بویژه تقویت کنندگی در مسافت های طولانی دارند (Stamatios V. Kartalopoulos, 2002).



شکل ۳- افزایش نرخ بیت با استفاده از روش WDM

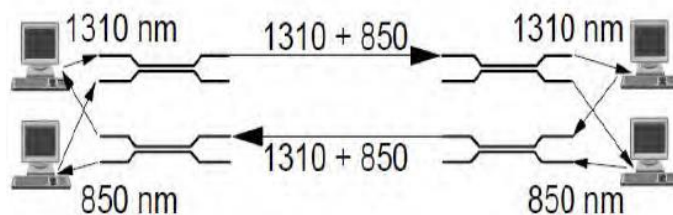
۳- خصوصیات روش WDM

به طور کلی می توان خصوصیات روش WDM را به صورت زیر برشمرد:

- فراهم آوردن سرعت های بالا بر روی یک فیبر تکی.

1. Optical Carrier
2. Automated Teller Machine
3. Internet Protocol
4. Erbium Doped Fiber Amplifier

- امکان استفاده از تجهیزات فعلی شبکه.
 - امکان استفاده از فرمت های متفاوت نظیر SONET، IP و ATM با سرعت های متفاوت.
 - ارائه خدمات جدید به کاربران براساس اختصاص طول موج که روشی کاملاً نرم افزاری است.
- در شکل ۴ یک سیستم WDM با دو کانال نشان داده شده است.



شکل ۴- سیستم WDM با دو کانال

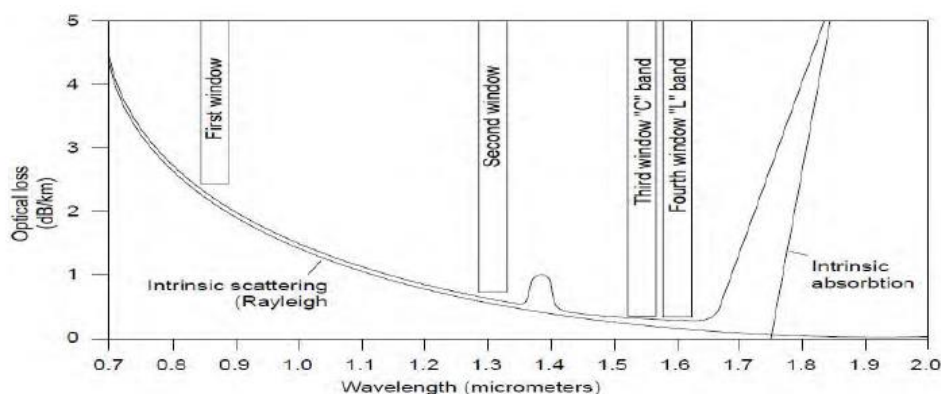
گام بعدی افزایش ظرفیت، استفاده همزمان از دو روش WDM و TDM است. در روش TDM، افزایش ظرفیت با افزایش سرعت بر روی یک خط ارتباطی انجام می شود در حالی که در روش WDM، این کار با استفاده از طول موج های مختلف و در واقع افزایش خطوط ارتباطی صورت می گیرد. بنابراین با ترکیب این دو روش، می توان به ظرفیت بالاتر بر روی یک فیبر دست یافت و این امکان را همواره فراهم آورد تا با پیشرفت تکنولوژی ساخت قطعات الکترونیکی، آن را به طور موثری در افزایش سرعت شبکه های نوری به کار گرفت (Stamatios V. Kartalopoulos, 2002).

۴. باندهای طول موجی انتقال اطلاعات بر روی فیبر نوری

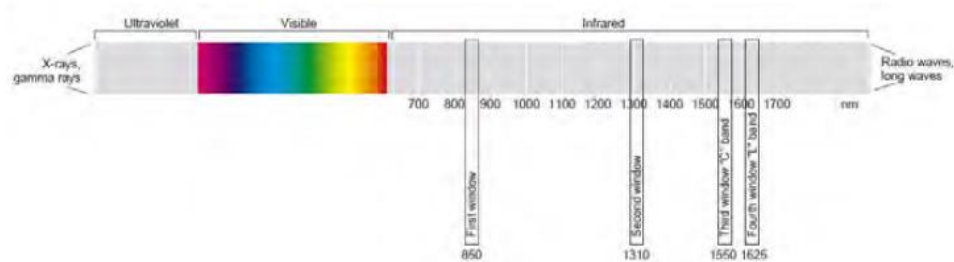
محیط انتقال در شبکه های نوری، فیبر نوری است و باند طول موجی که می توان برای ارسال اطلاعات استفاده کرد بین ۱۲۶۰ تا ۱۶۲۵ نانومتر، یعنی پنجره های دوم و سوم مخابرات نوری است که در شکل ۵ نشان داده شده است. لازم به ذکر است همان گونه که در شکل ۶ نشان داده شده است، پنجره اول مخابرات نوری در طول موج ۸۵۰ نانومتر و پنجره های دوم و سوم به ترتیب در طول موج های ۱۳۰۰ نانومتر با کمترین پاشندگی و ۱۵۵۰ نانومتر با کمترین تلفات هستند. این باند طول موجی که از آن برای انتقال اطلاعات بر روی فیبر استفاده می شود، به ۵ باند (طبق جدول ۱)، تقسیم می شود که در روش های مختلف WDM به کار گرفته می شوند (V.Alwayn, 2004).

جدول ۱- باندهای طول موجی انتقال اطلاعات بر روی فیبر

نام باند	محدوده طول موج (برحسب نانومتر)
O-Band	۱۲۶۰ - ۱۳۶۰
E-Band	۱۳۶۰ - ۱۴۶۰
S-Band	۱۴۶۰ - ۱۵۳۰
C-Band	۱۵۳۰ - ۱۵۶۵
L-Band	۱۵۶۵ - ۱۶۲۵



شکل ۵- پنجره های مخابرات نوری



شکل ۶- افت سیگنال نوری

۵. تقسیم بندی سیستم WDM

در سیستم WDM، دو نوع تقسیم بندی وجود دارد:

۱. CWDM^۱ (مالتی پلکس طول موج غیرمتراکم)

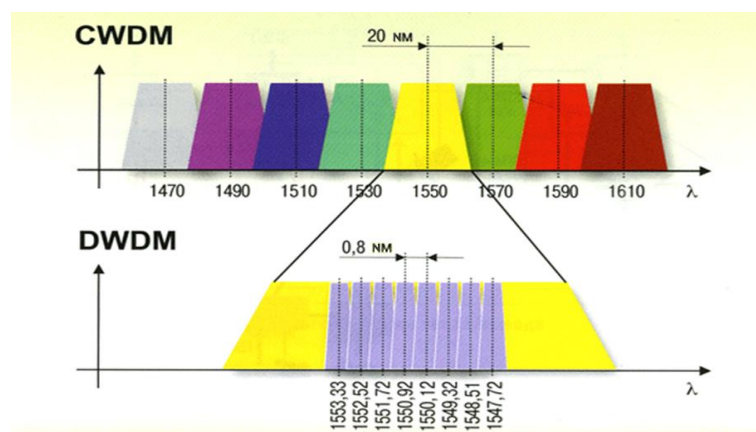
۲. DWDM^۲ (مالتی پلکس طول موج متراکم)

در هر دو روش CWDM و DWDM از ادغام چندین طول موج نور لیزر برای انتقال سیگنال در یک فیبر استفاده می‌شود و تفاوت اساسی آنها در فاصله کانالها از یکدیگر می‌باشد. فاصله CWDM عریض تر از DWDM می‌باشد. برای استفاده حداکثری از ظرفیت فیبر در روش WDM، باید فاصله بین طول موج هایی را که برای انتقال اطلاعات استفاده می‌شود، کم نمود تا اطلاعات بیشتری را بر روی یک فیبر ارسال کرد.

در روش CWDM فاصله بین کانال ها ۲۰ نانومتر است و در باندهای O، E، S، C و L به کار گرفته می‌شود. در این محدوده، طول موجی با ۸ تا ۱۶ کانال که هر یک پهنای باندی تا ۲/۵ گیگاهرتز در ثانیه (مطابق با STM16) دارند، فراهم می‌آورند و می‌توان به پهنای باندی تا ۴۰ گیگاهرتز در ثانیه (Gb/s) بر روی یک فیبر تکی دست یافت.

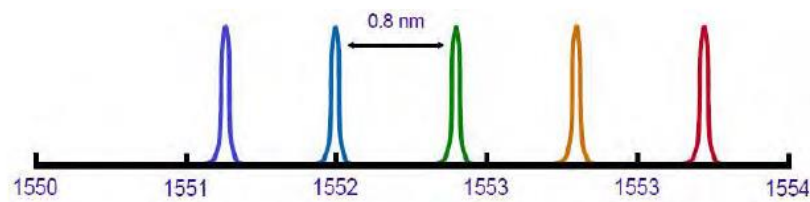
روش DWDM در باند C و L به کار می‌رود و بین ۳۲ تا ۱۶۰ کانال با فاصله های باریک تر از ۰/۸ نانومتر، ۰/۴ نانومتر و یا ۰/۲ نانومتر ایجاد می‌شود که با این تعداد کانال، به پهنای باند بسیار بالایی می‌توان دست یافت. اما لازم به ذکر است که این روش فقط برای ارسال اطلاعات برای فواصل دور مناسب است، زیرا تجهیزات جانبی این روش مانند نوع فیبر، لیزر، تکرارکننده‌ها^۳ و... از خصوصیاتی برخوردار هستند که میزان هزینه را به شدت افزایش می‌دهند، به طوری که قیمت تمام شده برای هر کانال، فقط برای ارسال اطلاعات به فواصل دور و شبکه های گسترده WAN^۴ به صرفه خواهد بود. در شکل ۷ فاصله بین کانالها در سیستم های CWDM و DWDM و در شکل ۸ فاصله بین کانال های یک سیستم DWDM نشان داده شده است (Ramaswami et al., 2009).

شکی نیست که DWDM دارای عملکرد بهتر برای انتقال تعداد بیشتری از طول موج های متعدد بر روی یک فیبر می‌باشد.



شکل ۷- فاصله بین کانال های سیستم های CWDM و DWDM

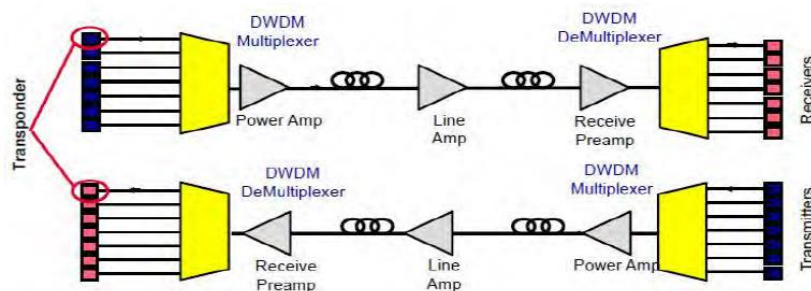
1. Coarse Wavelength Division Multiplexing
2. Dense Wavelength Division Multiplexing
3. Optical Repeater
4. Wide Area Network



شکل ۸- فاصله بین کانال های یک سیستم DWDM

۶. اجزای اصلی سیستم DWDM

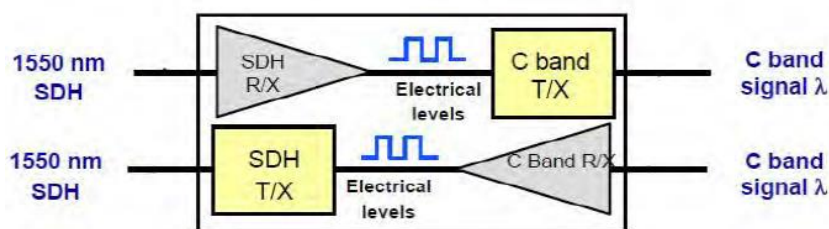
در شکل ۹ اجزای اصلی یک سیستم DWDM نشان داده شده است و در ادامه به تشریح هر یک از اجزاء پرداخته می شود.



شکل ۹- اجزای اصلی یک سیستم DWDM

۶-۱- ترانسپوندر

در ابتدای بخش، ترانسپوندر^۱ قرار دارد. انواع رشته بیت های دارای فریمینگ متفاوت همچون SONET, SDH, ATM, IP با سرعت های متفاوت وارد ترانسپوندر می شوند. این ورودی ها نوری^۲ و دارای یک طول موج یکسان می باشند، ابتدا تبدیل به سیگنال الکتریکی می شوند، سپس سه عمل اصلاح زمانبندی^۳، شکل دهی مجدد^۴ و تقویت و بازسازی^۵ یا اصطلاحاً عملیات 3R انجام می شود. در نهایت تبدیل به نور دارای طول موج استاندارد DWDM می شوند. لذا از علامت OEO^۶ یعنی نوری - الکتریکی - نوری برای نمایش آن استفاده می شود. شکل ۱۰ عملکرد آن را نشان می دهد (Ramaswami et al., 2009).



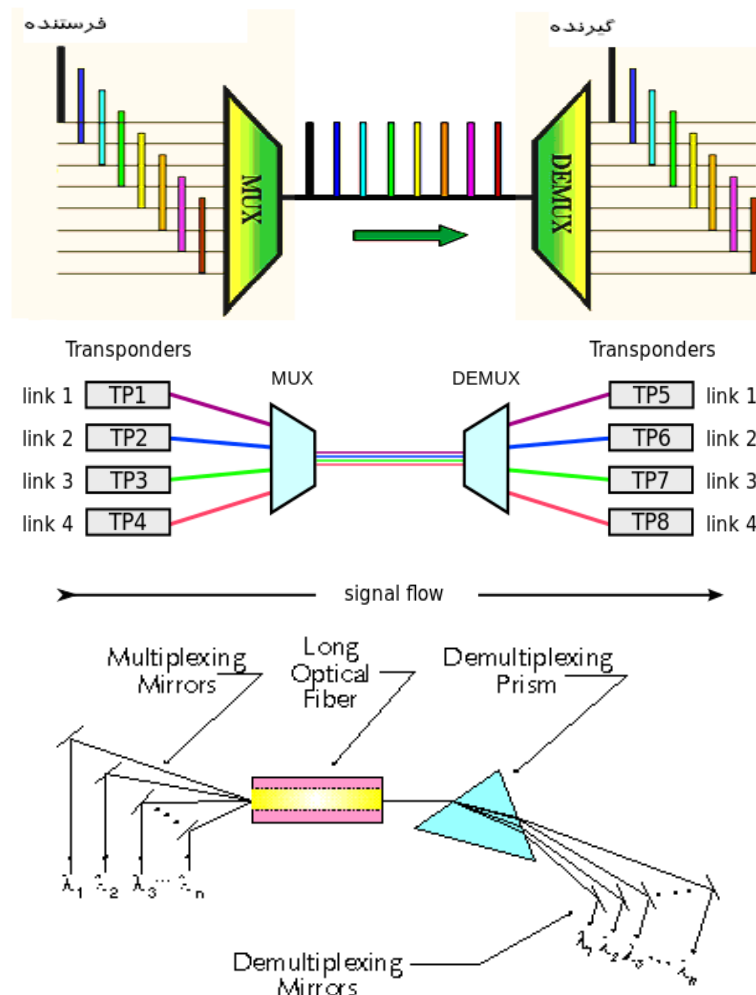
شکل ۱۰- عملکرد واحد ترانسپوندر

۶-۲. مالتی پلکسر و دی مالتی پلکسر نوری (ماکس و دی ماکس)

1. Transponder
2. Optical
3. Retiming
4. Reshaping
5. Re-Amplification
6. Optical-Electrical-Optical

در مرحله بعد از ترانسپوندر، مالتی پلکسر نوری^۱ انجام می‌شود مثلاً به کمک یک منشور، نورهای ورودی مالتی پلکسر که از خروجی ترانسپوندرها آمده و هر یک دارای طول موج متفاوتی می‌باشند، با یکدیگر مخلوط شده و در قالب یک نور رنگی خارج می‌شوند (Ramaswami et al., 2009).

در سمت مقابل هم عملیات عکس توسط دی مالتی پلکسر نوری^۲ انجام می‌شود. شکل ۱۱ نحوه عملکرد مالتی پلکسر و دی مالتی پلکسر نوری را نشان می‌دهد (Stamatios V. Kartalopoulos, 2002).



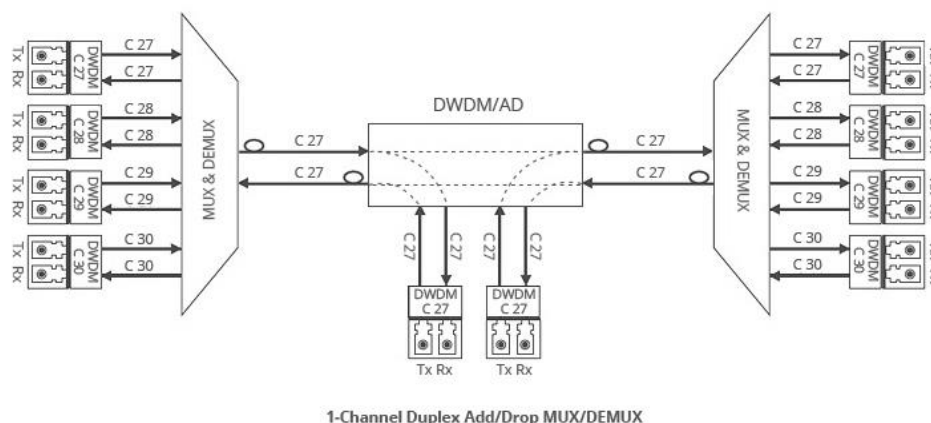
شکل ۱۱- مالتی پلکسر و دی مالتی پلکسر نوری

۳-۶. مالتی پلکسر سوار/پیاده کننده نوری^۳

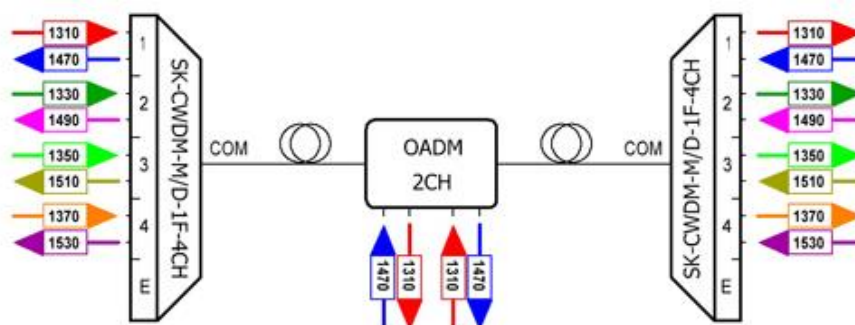
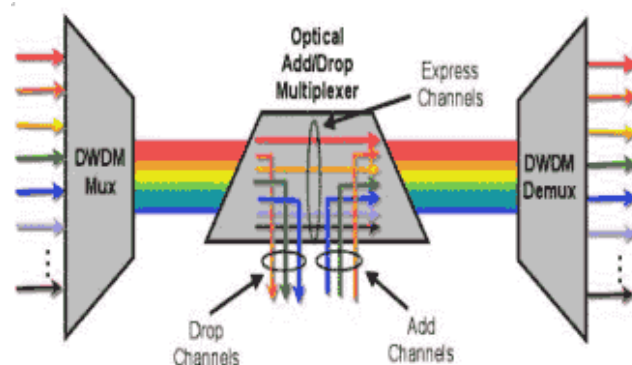
این عنصر نوع خاصی از مالتی پلکسر نوری می‌باشد که برای دسترسی به سیگنال‌های منفرد DWDM بدون اینکه آنها را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل نماید، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Pedro, J., and Pato, S., 2012).

عملکرد اصلی این نوع مالتی پلکسر، برداشتن انتخابی طول موج‌ها از مسیر (محتوای داده موجود در این طول موج‌ها به فیبر دیگری انتقال داده می‌شود) و عبور بقیه طول موج‌ها و اضافه کردن همان تعداد طول موج اما با محتوای داده متفاوت (از فیبری که اضافه می‌شود) در همان جهت است. نحوه عملکرد این نوع مالتی پلکسر در شکل ۱۲ نشان داده شده است (Jean-Pierre Laude, 2002).

1. Optical Multiplexer (OMUX)
2. Optical De-Multiplexer (ODEMUX)
3. Optical Add/Drop Multiplexers (OADM)



1-Channel Duplex Add/Drop MUX/DEMUX



شکل ۱۲- مالتی پلکسر و دی مالتی پلکسر حذف/اضافه کننده نوری

۷. نتیجه گیری

نکته اساسی و تعیین کننده در پوشش بهینه و بیشینه ارتباطات مخابراتی، دستیابی به نرخ بیت بیشتر و پشتیبانی انواع سرویس ها می باشد که برای نیل به این هدف با ابداع فناوری DWDM، افزایش ظرفیت فیبر نوری با انتقال n کانال 10 Gb/s روی یک فیبر فراهم گردید. به کارگیری سیستم های DWDM موجب سهولت در مدیریت شبکه، آشکار سازی خطا، مسیریابی مجدد و سریع برای سیگنال های معیوب، عدم وابستگی به پروتکل خاص، توسعه آسان شبکه بدون نیاز به فیبر جدید و تنها با اضافه نمودن طول موج و هزینه کم و ... گردیده است. از طرفی با توجه به اینکه این سیستم ها بر بستر تمام نوری کار می کنند، این امر باعث جلوگیری از تلفات، اعوجاج، پراکندگی و نویزی شدن سیگنال شده و باعث بالا بردن سرعت انتقال می گردد. مزیت دیگر این سیستم ها پهنای باند بالایی می باشد که به سبب وجود اجزای نوری قابل دست یابی است.

منابع

1. E. Lowe, (1998). Current European WDM Deployment Trends, IEEE Communications Magazine, pp. 46-50, DOI: 10.1109/35.648756.
2. Jean-Pierre Laude, (2002). DWDM Fundamentals, Components, and Applications, ISBN: 9781580535601.
3. Pedro, J., and Pato, S. (2012). Impact of Add/Drop Port Utilization Flexibility in DWDM Networks, Journal of Optical Communications and Networking, 4(11), B142, DOI: 10.1364/jocn.4.00b142.
4. Ramaswami, Rajiv, K. Sivarajan, M. Kaufmann, and G. Sasaki, (2009) Optical networks: a practical perspective, pp.573-623.
5. Stamatios V. Kartalopoulos, (2002). DWDM: Networks, Devices, and Technology, ISBN: 978-0-471-26905-2.
6. Stamatios V. Kartalopoulos, (2002). Introduction to DWDM Technology, . ISBN: 978-0-780-35399-2.
7. V.Alwayn, (2004). Optical Network Design and implementation, Cisco Press.

بهره‌گیری از روش‌های داده کاوی جهت بررسی الگوریتم تشخیص چهره براساس کانالی از طبقه بند درخت تصمیم گیری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۵

کد مقاله: ۹۷۲۷۹

احسان نریمانی^{۱*}، افشین رضاخانی^۲

چکیده

ایجاد یک سیستم آشکارساز چهره قدرتمند، یکی از بزرگترین چالش‌هاست که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان مختلف قرار گرفته است. چهره نقش اساسی را در شناسایی افراد و نمایش احساسات آن‌ها در سطح جامعه دارد. تشخیص چهره یک موضوع مهم در کاربردهایی همچون سیستم‌های امنیتی، کنترل کارت اعتباری و شناسایی مجرمان شده است. مسئله تشخیص چهره در حال حاضر به عنوان یکی از روش‌های برجسته بیومتریک مطرح می‌باشد. مزیت این روش، در سهولت دسترسی به تصاویر چهره افراد نسبت به دیگر روش‌های بیومتریک می‌باشد. درخت تصمیم گیری و الگوریتم‌های تکاملی درخت تصمیم گیری روشی مرسوم در طبقه بندی است، یک روش کارآمد و ویژه برای ایجاد دسته‌بندی‌ها از داده‌ها، تولید یک درخت تصمیم است. این روش، تضمین می‌کند که یک درخت ساده، اما لزوماً نه ساده‌ترین درخت، یافت خواهد شد. در این تحقیق علاوه بر مقایسه قدرت پیش‌بینی درخت تصمیم گیری، مدل‌های درخت داده کاوی با الگوریتم‌های آموزش مختلف نیز مقایسه می‌گردد. انتخاب الگوریتم آموزش مناسب یکی از مهمترین مراحل طراحی یک درخت تصمیم است. نخست داده‌ها به صورت تصادفی به دو بخش تقسیم گردید. ۱۱۱ مورد (۶۸/۹ درصد) برای برازش مدل‌ها (مجموعه آموزش-آزمون در مدل درخت تصمیم) و ۵۰ مورد (۳۱/۱ درصد) برای اعتبار سنجی مدل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: داده کاوی، الگوریتم تشخیص چهره، طبقه‌بند، درخت تصمیم گیری

۱- کارشناس ارشد نرم افزار، دانشگاه غیرانتفاعی یاسین بروجرد، بروجرد، ایران (نویسنده مسئول)

۲- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آیت اله بروجردی، بروجرد، ایران

۱- مقدمه

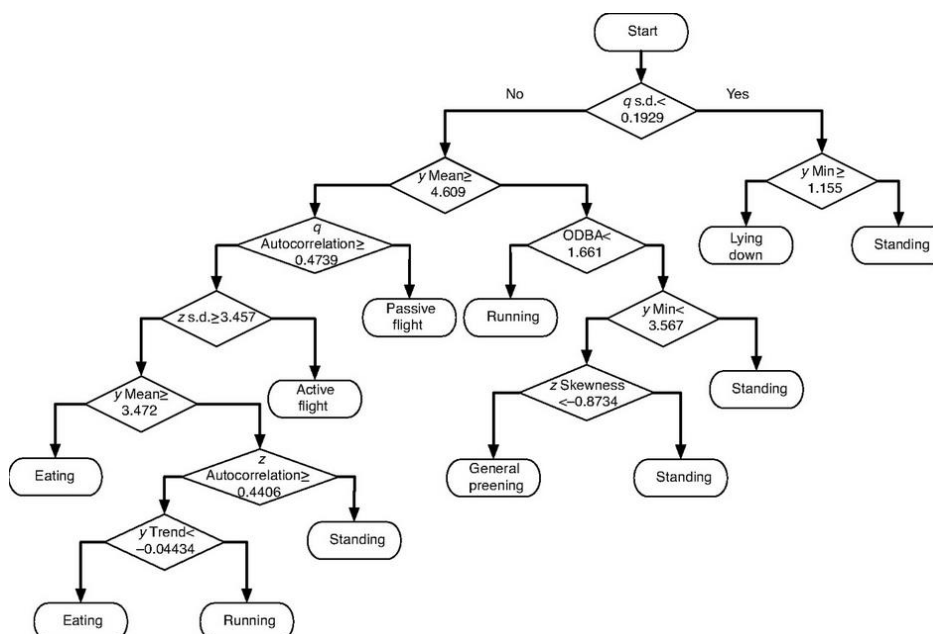
چهره نقش اساسی را در شناسایی افراد و نمایش احساسات آنها در سطح جامعه دارد. توانایی انسان در تشخیص چهره ها قابل توجه است. ما می توانیم هزاران چهره ی یاد داده شده در طول عمرمان را تشخیص دهیم و در یک نگاه چهره های آشنا را حتی پس از سال ها جدایی شناسایی کنیم. این مهارت در مقابل تغییرات در شرایط دیداری مانند حالت چهره، سن و همچنین تغییراتی در عینک، ریش یا سبک مدل موها ایستادگی می کند [1]. تشخیص چهره یک موضوع مهم در کاربردهایی همچون سیستم های امنیتی، کنترل کارت اعتباری و شناسایی مجرمان شده است. برای مثال، قابلیت مدل کردن یک چهره ی خاص و تمیز دادن آن از یک تعداد فراوان از مدل های چهره ی ذخیره شده، شناسایی مجرمان را به صورت گسترده ای بهبود خواهد بخشید [2]. لذا می توان گفت استفاده از چهره به منظور بازشناسی یا احراز هویت افراد، با توجه به دلایل متفاوتی از جمله سهولت جمع آوری داده ها، دقت و امنیت نسبی سیستم در مقابل حملات و حتی دوستانه بودن فرآیند تشخیص و بازشناسی چهره، اهمیت ویژه ای یافته است [3]. چهره، یک ویژگی منحصر به فرد انسان است. حتی دو فرد همزاد نیز به رغم شباهت زیاد، از لحاظ چهره داری تفاوت های جزیی می باشند. این امر موجب می شود که بتوان از چهره به عنوان یکی از محک های تعیین هویت و شناسایی افراد استفاده کرد. در تمامی کاربردهایی که از ویژگی چهره استفاده می کنند، ابتدا باید محل چهره در تصویر مشخص شود. در واقع، کشف چهره یک مرحله اساسی از کاربردهایی است که برای دستیابی به اهداف خود، از نوعی ویژگی چهره بهره می برند. توسعه یک مدل محاسباتی برای تشخیص چهره کاملاً دشوار است و دلیل آن پیچیدگی چهره ها و ساختار چند بعدی بینایی است. بنابراین تشخیص چهره یک فعالیت سطح بالا در بینایی کامپیوتر است و می تواند بسیاری از تکنیک های بینایی اولیه را در بر می گیرد [4]. مسئله تشخیص چهره در حال حاضر به عنوان یکی از روش های برجسته بیومتریک مطرح می باشد. مزیت این روش، در سهولت دسترسی به تصاویر چهره افراد نسبت به دیگر روش های بیومتریک می باشد. یک سیستم تشخیص چهره متداول شامل سه مرحله؛ کشف چهره^۱، استخراج الگوها^۲، تشخیص چهره^۳ می باشد. در این راستا، انتخاب ویژگی از جمله مهم ترین مراحل طراحی در سیستم های بازشناسی الگو می باشد. مشخصه ای می تواند به عنوان یک ویژگی انتخاب شود که قابل تمایز بوده و در اثر گذشت زمان نیز از بین نرود و بتوان با روش هایی آن را اندازه گیری نمود [5]. وی^۴ و همکاران در سال ۲۰۲۰، در پژوهشی به بررسی حداقل اتلاف حاشیه ای برای تشخیص چهره عمیق پرداختند. در این پژوهش تابع MML همراه با توابع Softmax و Centre Loss بر فرآیند آموزش نظارت می کنند تا حاشیه های تمامی دسته ها را صرف نظر از توزیع دسته آن ها مورد نظارت قرار دهند. نتایج تجربی نشان می دهد که تابع اتلاف MML پیشنهادی منجر به حالت جدیدی در تشخیص چهره می شود و اثر منفی تمایل حاشیه ای را کاهش می دهد [6]. مسوده^۵ و همکاران در سال ۲۰۲۰، در پژوهشی یک مدل عمیق مبتنی بر درخت را برای تشخیص چهره خودکار در یک محیط ابری پیشنهاد کردند. این مدل عمیق پیشنهادی دارای بار محاسباتی کمتری است و دقت را از بین نمی برد. نتایج حاصل از این آزمایش ها نشان می دهد که مدل پیشنهادی به دقت های ۹۸،۶۵، ۹۹،۱۹ و ۹۵،۸۴ درصد به ترتیب در پایگاه داده های FEI، ORL و LFW دست یافته است [7]. المحمدی و همکاران در سال ۲۰۱۹، در بررسی تشخیص چهره عمیق نشان دادند که بخش های منحصر به فرد چهره مانند چشم ها، بینی ها و گونه ها دارای نرخ تشخیص کم هستند، اما زمانی که بخش های فردی صورت ترکیب شده به عنوان شاخص معرفی می شوند، میزان تشخیص به سرعت در حال افزایش است [8]. ژو^۶ و همکاران در سال ۲۰۱۷، به بررسی پژوهشی با عنوان CMS-RCNN: CNN ضمنی چند مقیاس ناحیه محور برای ردیابی چهره بدون قید پرداختند. نتایج تجربی نشان داده که رویکرد پیشنهادی می تواند با آموزش از طریق دیتاست WIDER FACE به عملکرد بالایی دست یافته و در FDDB نسبت به سایر روش های ردیابی چهره نتایج قابل رقابتی را تولید کند [9]. در این مقاله به بهره گیری از روشهای داده کاوی جهت بررسی الگوریتم تشخیص چهره براساس کانالی از طبقه بند درخت تصمیم گیری پرداخته می شود.

۲- روش مقاله

نخست داده ها به صورت تصادفی به دو بخش تقسیم گردید. 111 مورد (۶۸/۹ درصد) برای برازش مدلها (مجموعه آموزش - آزمون در مدل درخت تصمیم) و ۵۰ مورد (۳۱/۱ درصد) برای اعتبار سنجی مدلها مورد استفاده قرار گرفت. همگنی منحنی بقای دو مجموعه داده ها با استفاده از منحنی بقای کاپلان - مایر مورد ارزیابی قرار گرفته است. پذیره متناسب بودن مخاطره برای متغیرها

1 Face Detection
2 Feature Extraction
3 Face Recognition
4 Wei. et al
5 Masud. et al
6 Zhu, et al

در مدل کاکس با استفاده از آزمون هارل و لی^۱ مورد بررسی قرار گرفت، سپس با استفاده از مجموعه داده های برازش، مدل رگرسیون کاکس و مدل درخت تصمیم به داده ها برازش شد. در آخر از معیار صحت پیش بینی برای مشخص کردن بهترین الگوریتم های آموزش در مدل درخت تصمیم و برای مقایسه مدل ها از معیارهای حساسیت، ویژگی و سطح زیر منحنی مشخصه عملکرد استفاده شد. الگوریتم CART^۲ یکی از معروف ترین روش ها برای تشکیل درخت تصمیم است. روش CART شاخه های خود را به صورت دوتایی و تنها بر اساس یک فیلد (متغیر مستقل) ایجاد می کند. یعنی هر گروه غیر برگ آن، به دو گروه دیگر تفکیک می شود (شکل ۱).



شکل (۱) الگوریتم درخت تصمیم گیر CART [4]

۳- شبیه سازی

در این مقاله شبیه سازی دارای سه مرحله اصلی می باشد:

مرحله اول: مرحله اول که مرحله پیش پردازش نام دارد.

مرحله دوم: در مرحله دوم تصویر فیلتر شده و پیش پردازش شده، توسط روش K-means خوشه بندی شده و در این مرحله

نیز یک قدم به تشخیص چهره نزدیک تر می شویم.

مرحله سوم: در مرحله سوم پارامتر (ویژگی) از تصویر نتیجه شده از مرحله دوم استخراج می شود.

برای انجام شبیه سازی ابتدا شرایط و پارامترهایی تعریف می شوند که در زیر لیست شده اند:

- چهل عکس از افراد مختلف

- هر کدام از عکس به صورت جداگانه بخش بندی شده اند

از آنجا که در این مقاله هدف تشخیص چهره بر اساس تکنیک های پردازش تصویر می باشد برای شروع عکس شکل ۲ در

نظر گرفته می شود.

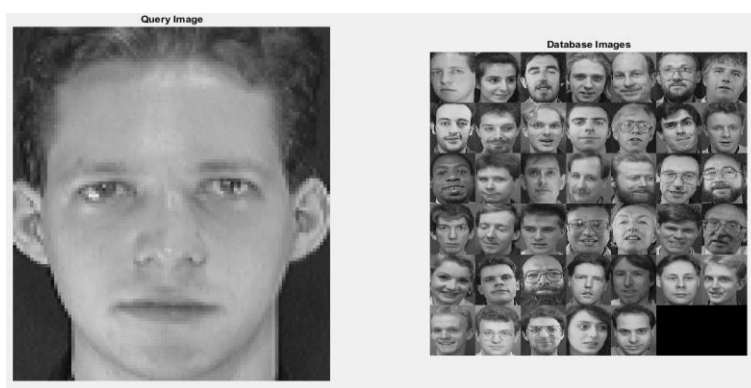
¹ Harol li

² Classification and Regression Tree



شکل (۲): حالت های مختلف چهره یک شخص [9]

در شکل ۳ تمام حالت‌های صورت یکی از نمونه‌هایی که در دیتابیس وجود دارد، نشان داده شده‌است. یعنی تصویر صورت ۴۰ نفر در دیتا بیس ما وجود دارد و برای تمام این افراد تمام حالت‌های نشان داده شده در شکل ۲ در نظر گرفته شده‌است.



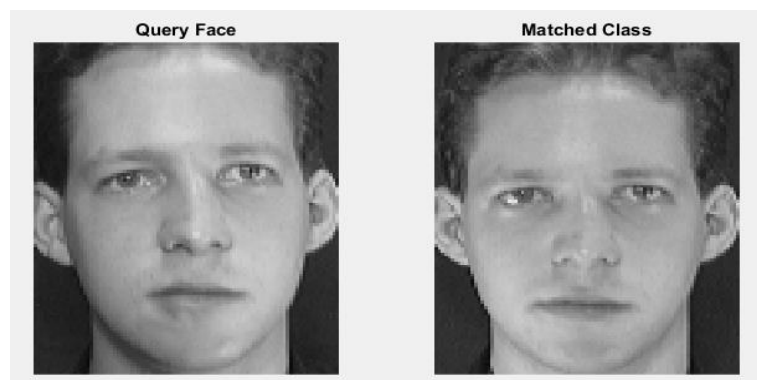
شکل (۳) عکس های دیتا بیس و هدف تشخیص شخص مورد نظر [9]

در شکل ۳ چهره سمت چپ، همان چهره ای است که بطور نمونه می‌خواهیم تشخیص دهیم و تصویر سمت راست تصویر تمام افرادی است که در دیتابیس ما وجود دارد.

۴- تشخیص چهره

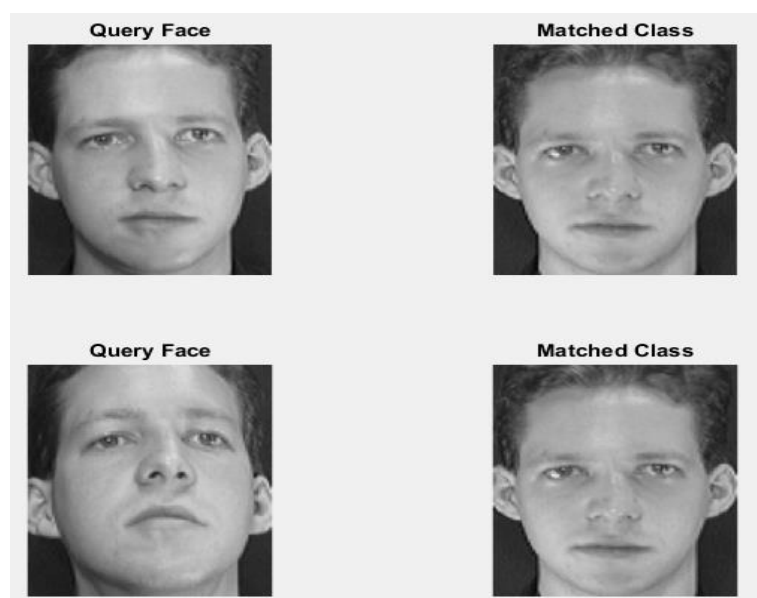
برای تشخیص چهره یک شخص بر اساس حالت های مختلف از داخل دیتا بیس چهل نفری به صورت زیر کد گذاری ها اعمال شده است:

- ابتدا یک چهره با هر حالتی که دارد به صورت آموزش با درخت تصمیم در شبکه عصبی آموزش داده می شود.
- یک نمودار هیستوگرام برای هر تصویر مطابق کدهای نتلب ایجاد می شود.
- نمودار هیستوگرامی مشابه برای تمام تصاویر دیتابیس تشکیل می شود و تحلیل هیستوگرام بر روی آن ها انجام می شود.
- بر اساس این تحلیل شبکه عصبی به صورت کامل آموزش داده می شود.
- از طریق ویژگی های استخراج شده و شبکه مصنوعی چهره شخص مورد نظر از بین دیتابیس تشخیص داده می شود.



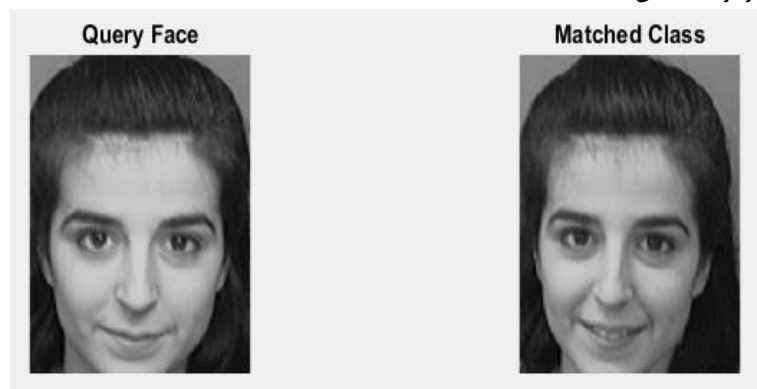
شکل (۴) تشخیص چهره شخص از دیتابیس مورد نظر [9]

در شکل ۴ برای یک چهره تصادفی نمودار هیستوگرام استخراج شده است و روی تمام تصاویر دیتابیس تحلیل هیستوگرام انجام شده و ویژگی‌های لازم از این طریق استخراج شده و از طریق تصاویر دیتابیس چهره شخص تشخیص داده شده است.

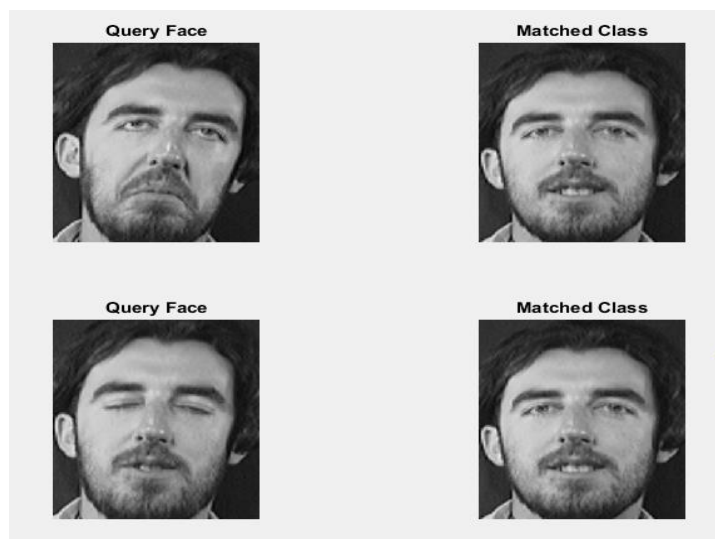


شکل (۵) تشخیص چهره دو تصویر تصادفی از دیتابیس مربوطه [9]

در شکل‌های ۵ الی ۹ تصاویر اشخاص مختلف برای اثبات کارایی الگوریتم پیشنهادی انتخاب شده و این تصاویر به صورت دقیق از دیتابیس موجود تشخیص داده شده‌اند.



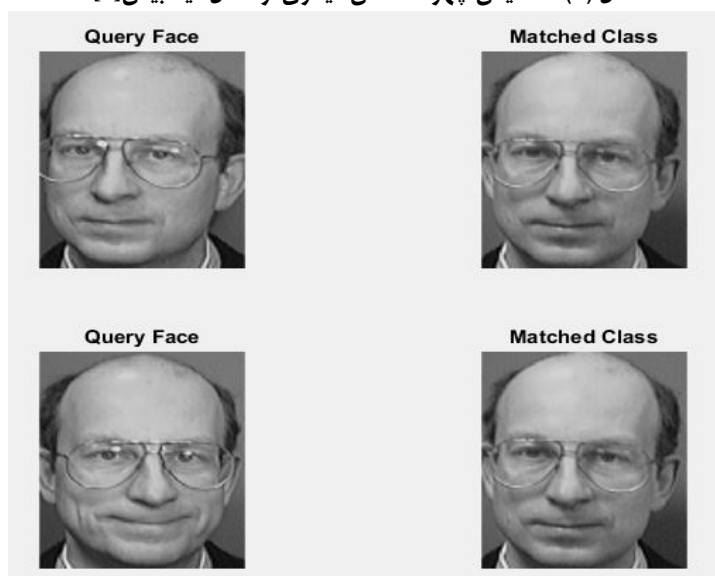
شکل (۶) تشخیص چهره شخص دیگری از داخل دیتابیس [9]



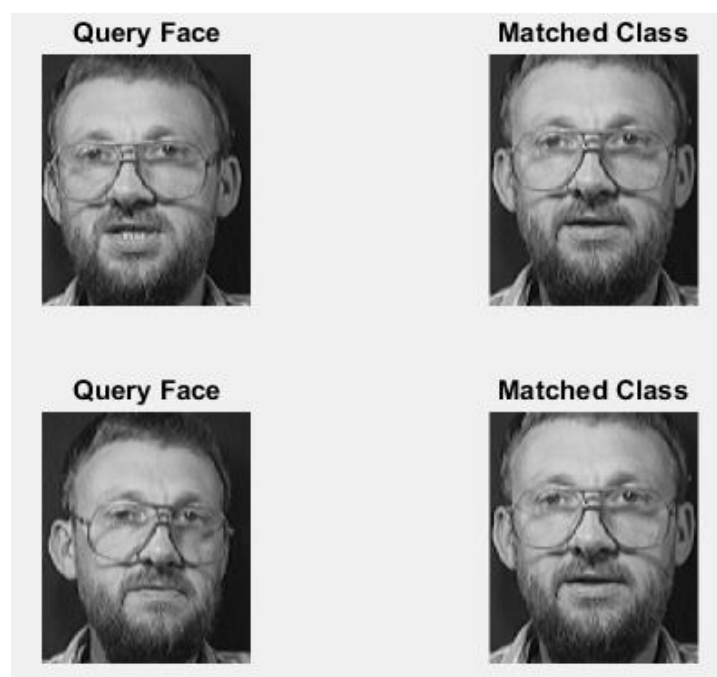
شکل (۷) تشخیص چهره شخص دیگری از داخل دیتا بیس [9]



شکل (۸) تشخیص چهره شخص دیگری از داخل دیتا بیس [9]



شکل (۹) تشخیص چهره شخص دیگری از داخل دیتا بیس [9]



شکل (۱۰) تشخیص چهره شخص دیگری از داخل دیتا بیس [9]

۵- بحث و نتیجه گیری

چهره نقش اساسی را در شناسایی افراد و نمایش احساسات آنها در سطح جامعه دارد. توانایی انسان در تشخیص چهره ها قابل توجه است. ما می توانیم هزاران چهره ی یاد داده شده در طول عمرمان را تشخیص دهیم و در یک نگاه چهره های آشنا را حتی پس از سال ها جدایی شناسایی کنیم. این مهارت در مقابل تغییرات در شرایط دیداری مانند حالت چهره، سن و همچنین تغییراتی در عینک، ریش یا سبک مدل موها ایستادگی می کند [11]. تشخیص چهره یک موضوع مهم در کاربردهایی همچون سیستم های امنیتی، کنترل کارت اعتباری و شناسایی مجرمان شده است. برای مثال، قابلیت مدل کردن یک چهره ی خاص و تمیز دادن آن از یک تعداد فراوان از مدل های چهره ی ذخیره شده، شناسایی مجرمان را به صورت گسترده ای بهبود خواهد بخشید. لذا می توان گفت استفاده از چهره به منظور بازشناسی یا احراز هویت افراد، با توجه به دلایل متفاوتی از جمله سهولت جمع آوری داده ها، دقت و امنیت نسبی سیستم در مقابل حملات و حتی دوستانه بودن فرآیند تشخیص و بازشناسی چهره، اهمیت ویژه ای یافته است [12]. یک سیستم تشخیص چهره متداول شامل سه مرحله؛ کشف چهره^۱، استخراج الگوها^۲، تشخیص چهره^۳ می باشد. در این راستا، انتخاب ویژگی از جمله مهم ترین مراحل طراحی در سیستم های بازشناسی الگو می باشد. مشخصه ای می تواند به عنوان یک ویژگی انتخاب شود که قابل تمایز بوده و در اثر گذشت زمان نیز از بین نرود و بتوان با روش هایی آن را اندازه گیری نمود [13]. چهره انسان، از جمله مشخصه های انسانی می باشد که در برگیرنده این خصوصیات است. در شناسایی چهره پنج مشکل اساسی وجود دارد که عملکرد سیستم را بشدت تحت تأثیر قرار می دهد. این مشکلات شامل موارد زیر می گردد:

- تغییر روشیابی
- چرخش چهره
- افزایش سن
- تغییر حالت چهره
- گرفتگی چهره.

به طور کلی، مشکلات تشخیص چهره، از دو جهت قابل بررسی می باشند:
اولاً: تصاویر چهره بسیار متنوع هستند.

1 Face Detection
2 Feature Extraction
3 Face Recognition

ثانیاً: سرچشمه این تغییرات که شامل چگونگی قرار گیری در مقابل دوربین، تغییرات در شدت روشنایی، حالت های احساسی مختلف چهره، اضافه شدن عینک، مو و سایر موارد می باشد که با زمان نیز تغییر می کنند [14]. درخت تصمیم گیری و الگوریتم های تکاملی درخت تصمیم گیری روشی مرسوم در طبقه بندی است، زیرا به آسانی توسط چندین گره، ساخته می شود و متخصصان به راحتی می توانند آن ها را تفسیر کنند [15].

منابع

- [1] Masi, I., Wu, Y., Hassner, T., & Natarajan, P. (2018, October). Deep face recognition: A survey. In *2018 31st SIBGRAPI conference on graphics, patterns and images (SIBGRAPI)* (pp. 471-478). IEEE.
- [2] Guo, G., & Zhang, N. (2019). A survey on deep learning based face recognition. *Computer vision and image understanding*, 189, 102805.
- [3] Ding, C., & Tao, D. (2015). Robust face recognition via multimodal deep face representation. *IEEE Transactions on Multimedia*, 17(11), 2049-2058.
- [4] Masi, I., Wu, Y., Hassner, T., & Natarajan, P. (2018, October). Deep face recognition: A survey. In *2018 31st SIBGRAPI conference on graphics, patterns and images (SIBGRAPI)* (pp. 471-478). IEEE.
- [5] Mazloun, J., Jalali, A., & Amiryan, J. (2012, October). A novel bidirectional neural network for face recognition. In *Computer and Knowledge Engineering (ICCKE), 2012 2nd International eConference on* (pp. 18-23). IEEE.
- [6] Wei, X., Wang, H., Scotney, B., & Wan, H. (2020). Minimum margin loss for deep face recognition. *Pattern Recognition*, 97, 107012.
- [7] Masud, M., Muhammad, G., Alhumyani, H., Alshamrani, S. S., Cheikhrouhou, O., Ibrahim, S., & Hossain, M. S. (2020). Deep learning-based intelligent face recognition in IoT-cloud environment. *Computer Communications*, 152, 215-222.
- [8] Elmahmudi, A., & Ugail, H. (2019). Deep face recognition using imperfect facial data. *Future Generation Computer Systems*, 99, 213-225.
- [9] Zhu, C., Zheng, Y., Luu, K., & Savvides, M. (2017). CMS-RCNN: contextual multi-scale region-based CNN for unconstrained face detection. In *Deep Learning for Biometrics* (pp. 57-79). Springer, Cham.
- [10] Chen, D., Ren, S., Wei, Y., Cao, X., & Sun, J. (2014, September). Joint cascade face detection and alignment. In *European Conference on Computer Vision* (pp. 109-122). Springer, Cham.
- [11] Zou, W. W., & Yuen, P. C. (2010, August). Learning the relationship between high and low resolution images in kernel space for face super resolution. In *Pattern Recognition (ICPR), 2010 20th International Conference on* (pp. 1152-1155). IEEE.
- [12] Hefenbrock, D., Oberg, J., Thanh, N. T. N., Kastner, R., & Baden, S. B. (2010, May). Accelerating Viola-Jones face detection to FPGA-level using GPUs. In *Field-Programmable Custom Computing Machines (FCCM), 2010 18th IEEE Annual International Symposium on* (pp. 11-18). IEEE.
- [13] Mazloun, J., Jalali, A., & Amiryan, J. (2012, October). A novel bidirectional neural network for face recognition. In *Computer and Knowledge Engineering (ICCKE), 2012 2nd International eConference on* (pp. 18-23). IEEE.
- [14] Jain, A. K., Klare, B., & Park, U. (2011, March). Face recognition: Some challenges in forensics. In *Automatic Face & Gesture Recognition and Workshops (FG 2011), 2011 IEEE International Conference on* (pp. 726-733). IEEE.
- [15] Monkaresi, H., Bosch, N., Calvo, R. A., & D'Mello, S. K. (2017). Automated detection of engagement using video-based estimation of facial expressions and heart rate. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 8(1), 15-28.

جداسازی روغن از محلول‌های آبی با نانو فیلتر آب گریز پلی استر

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۹

کد مقاله: ۳۱۲۲۱

روح الله حسنی^{۱*}، شهلا شیاپی^۲

چکیده

جداکننده‌های آب از روغن و مشتقات نفتی، به‌وفور در محوطه‌های صنعتی جهت جداسازی مشتقات نفتی از فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. بسته به نوع آلاینده‌های نفتی، اختلاف دانسیته آلاینده با محلول‌های آبی و سایر موارد، راندمان حذف روغن توسط جداکننده‌ها تغییر می‌کند. در این پژوهش با استفاده از نانو ذرات ZnO عاملدار شده با استئاریک اسید، یک فیلتر پلی‌استر تحت اصلاح قرار گرفت و یک سطح برای جداسازی مخلوط‌های مختلف آب/هیدروکربن به‌دست آمد. نتایج نشان داد که بازیافت آب از محلول‌های آبی و روغن‌ها ۹۵٪ صورت گرفت. همچنین جداسازی صورت گرفته با فیلتر الیاف پلی‌استر اصلاح شده با نانو ذرات اکسید روی عاملدار شده نشان داد که فیلتر پلی‌استر با غلظت نانو ذرات 5 gr/100cc راندمان بالاتری را به خود اختصاص داده و جداسازی با راندمان بالای ۹۰٪ تا ۹۵٪ و روغن جداسازی شده خلوص ۹۵٪ می‌دهد. در صورتی که در فیلتر اصلاح شده با غلظت نانو ذرات 2 gr/100cc جداسازی روغن از مخلوط از ۸۰٪ تا ۹۰٪ با خلوص روغن جداسازی شده ۸۵٪ هست.

واژگان کلیدی: پلی‌استر، نانو ذرات اکسید روی، هیدروکربن، جداسازی

۱- مهندسی شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (شهرضا)، اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول)
Rouhallahhassani@gmail.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (شهرضا)، اصفهان، ایران

۱- مقدمه

صاف کردن یا فیلتراسیون یک روش فیزیکی برای حذف ذرات معلق در هر مایع است. این ذرات معلق می‌توانند گل، رنگ، مواد آلی، پلانکتون، باکتری، ذرات حاصل از سختی گیری و غیره باشند. فیلترها بر اساس اندازه منافذشان به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند. میکروفیلترها، اولترافیلترها، نانو فیلترها. نانو فیلتر در اصل فیلتراسیون با فشار پایین‌تر است، بنابراین قیمت تمام شده نانو فیلترها و انرژی مصرفی آن‌ها نسبت به دو روش دیگر کمتر می‌باشد [۱]. جداکننده‌های آب از روغن و مشتقات نفتی، تجهیزاتی می‌باشند که به منظور جداسازی انواع روغن، مشتقات نفتی، گریس و چربی از آب یا پساب مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سیستم‌ها به وفور در محوطه‌های صنعتی جهت جداسازی مشتقات نفتی از فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. بسته به نوع آلاینده‌های نفتی، اختلاف دانسیته آلاینده با پساب، تغییرات PH و سایر موارد، راندمان حذف روغن توسط جدا کننده‌ها تغییر می‌کند. جدا کننده‌ها جهت حذف گازوئیل و بنزین، انواع مشتقات نفتی، چربی‌های گیاهی و آشپزخانه، انواع روغن‌های سبکتر یا سنگینتر از آب، گریس، چربی‌های حیوانی و به طور کلی جداسازی سیالاتی که بعد از گذشت زمان می‌توانند به صورت چند فاز در آیند مناسب می‌باشد. در مواردی که پساب به علت بالا بودن غلظت چربی و روغن، استانداردهای تخلیه به محیط زیست و منابع آب پذیرنده را ندارد از واحدهای جدا کننده استفاده می‌گردد. با توجه به اینکه چربی و روغن و مشتقات نفتی از آلاینده‌های مضر می‌باشند که فرایند بیولوژیکی لجن فعال را مختل می‌کنند بنابراین در بسیاری از تصفیه خانه‌های صنعتی که چربی و روغن در پساب وجود دارد در ابتدای تصفیه خانه یک واحد جداکننده تعبیه می‌گردد. نکته مهمی که باید توجه داشت این است که چربی و روغن در واحدهای هوادهی باعث چسبیدن به روی توده‌های لجن فعال شده و عمل اکسیژن رسانی به میکروارگانیسم‌ها را کاهش می‌دهد. در نتیجه بازده تصفیه پساب کاهش پیدا می‌کند [۲]. در پی مطالعات انجام گرفته محققان به بررسی غشاهای نانوفیلتر آب گریز متعددی پرداختند، به عنوان مثال ترکیب پنبه و اکسید روی، ترکیب غشاهای پلیمری با نانوذرات تیتانیوم دی اکساید، ترکیب پلی سولفون با اکسید روی و ترکیب پلی استر با نانو ذرات مختلف از جمله نانو لوله‌های کربن حاکی از بهبود عملکرد این نوع غشاهای می‌باشد [۱۱-۳].

در سال‌های اخیر توجه بیشتری به فیلترهای الیاف پلی استر شده است. پلی استر هم بدلیل جنس پلیمری برای محلولهای بازی و اسیدی و خنثی استفاده می‌شود. ضمن داشتن مزایای پارچه‌های پلی استرهای ضخیمتر بدلیل داشتن ضخامت بیشتر شرایط آبدی مناسب تری دارد و تحمل فشار بالا تری دارد. پارچه از نوع پلی استر PE دارای مقاومت حرارتی بهتر در حدود ۱۷۰ درجه سانتی گراد و از استحکام مناسب تری برخوردار است. ولی در مقابل مواد شیمیایی آلیکالیدی مقاومت کمتری از خود نشان می‌دهد و دارای پایداری ابعاد خوب در قبل و بعد از نصب روی صفحه بوده و مقاومت سایشی مناسبی دارد. فناوری فیلتر الیاف پلی استر کاربردهای بالقوه‌ی جذابی در تصفیه‌ی پساب روغن‌های صنعتی و حذف لکه‌های نفتی دارد از دیگر کاربردهای این فیلتر در صنایع نفت و پتروشیمی و همچنین محیط زیست می‌باشد. این فیلتر برای بازیافت نفت‌های نشست کرده به دریا و جدا نمودن آب‌های شور از نفت خام و چاه‌های نفتی که نفت آن‌ها با آب شور مخلوط شده است کاربرد دارد.

در این پژوهش سعی می‌گردد با توجه به تحقیقات به عمل آمده با استفاده از ساخت غشا جدید نانو فیلتر با پایه پلی استر و بهبود خواص آن توسط اکسید روی و اصلاح سطح آن بهترین راهکار ساخت غشا برای جداسازی روغن از آب بررسی گردد. هدف از این تحقیق افزودن پایه جدید نانوذرات اکسید روی سازگار با پلیمر مذکور و در نتیجه ی آن، نفوذپذیری روغن نسبت به آب افزایش می‌یابد. علاوه بر این غشاء نانو فیلتر حاصل دارای ساختار چگالترو و محکمتر در مقایسه با غشا‌های ساخته شده ی پیشین خواهدبود و مقاومت شیمیایی و پایداری حرارتی آن بهبود یافته و همچنین بدلیل برهمکنش قوی بین غشاء و نانو ذرات اکسید روی خواص غشا بهبود یابد و جداسازی بهتر صورت پذیرد

۲- هدف اصلی پژوهش

در این تحقیق هدف پوشش دهی فیلتر الیاف پلی استر با استفاده از مواد نانوذرات ZnO عاملدار به منظور جداسازی مخلوط‌های هیدروکربنی با آب می‌باشد که جداسازی با درصد‌های مختلف هیدرو کربن‌ها انجام گردید.

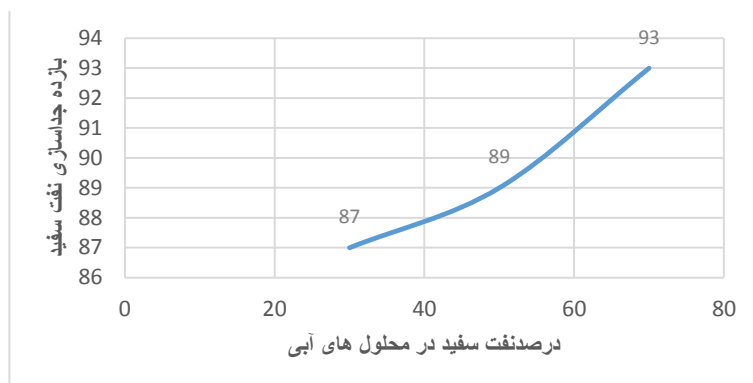
۳- روش انجام کار

آزمایش به روش پوشش دهی بر روی فیلتر مورد نظر صورت گرفت.

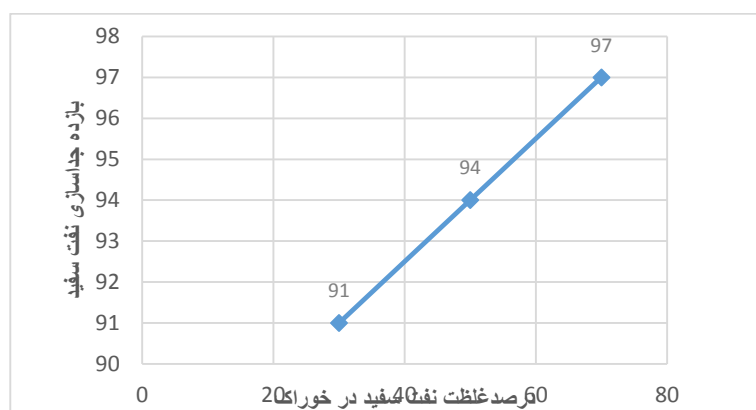
الف- نتایج حاصل از فیلتر پلی استر اصلاح شده با ۲gr/100cc و ۵ نانو ذرات اکسید روی در نفت سفید

نمودار ۱ درصد نفت سفید جداسازی شده از مخلوط با ۵gr/100cc نانو ذرات را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌گردد، بالاترین درصد جداسازی نفت سفید مربوط به مخلوط ۷۰٪ نفت سفید است که ۹۷٪ می‌باشد و کمترین درصد جداسازی مربوط به مخلوط ۳۰٪ نفت سفید می‌باشد که تقریباً ۹۰٪ است. زمانی که نفت سفید از ۵۰٪ حجمی بالاتر می‌رود، درصد

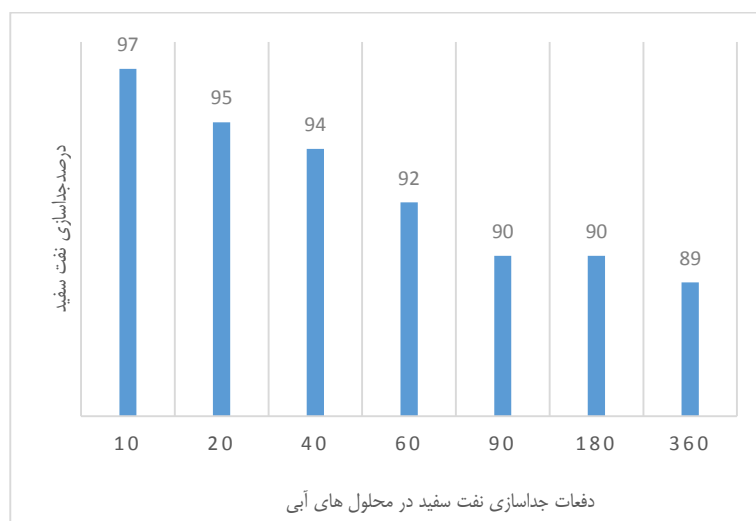
جداسازی به طور چشمگیری افزایش می‌یابد. در ادامه روند بررسی نمونه‌ها با $2\text{ gr}/100\text{ cc}$ نانو ذرات بالاترین مقادیر را در ۹۳٪ و کمترین مقدار در ۸۷٪ نمایان گردید.



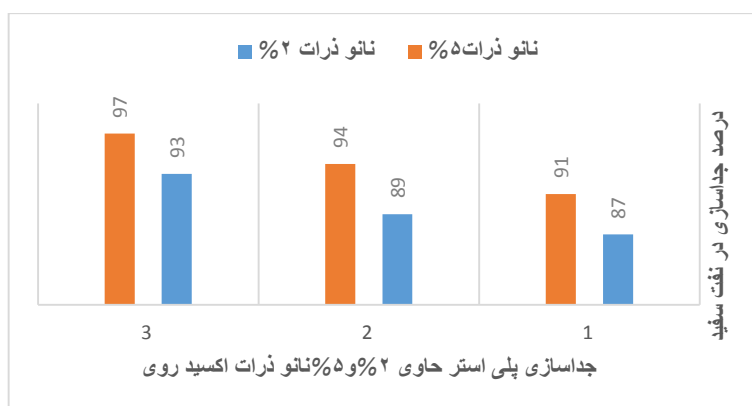
شکل ۱ درصد نفت سفید جداسازی شده از محلول آبی با فیلتر اصلاح شده ۲٪ وزنی نانو ذرات اکسیدروی



شکل ۲ درصد نفت سفید جداسازی شده از محلول آبی با فیلتر اصلاح شده ۵٪ وزنی نانو ذرات اکسیدروی



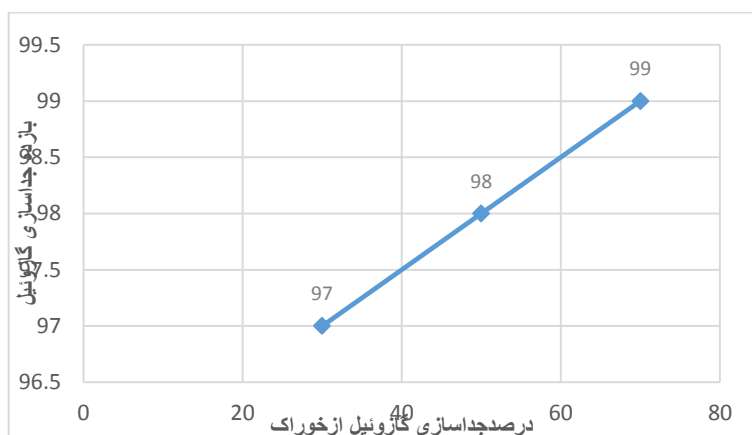
شکل ۳ جداسازی نفت سفید در محلول آبی



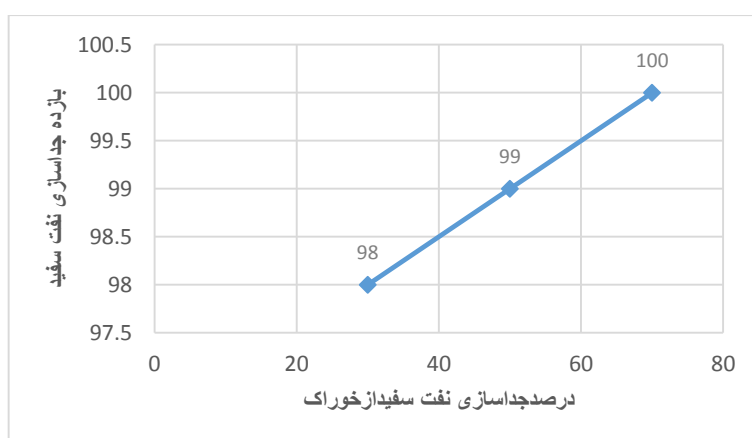
شکل ۴ مقایسه فیلتر پلی استر حاوی ۲٪ و ۵٪ نانو ذرات حاوی اکسید روی در جداسازی محلول های آبی و نفت سفید

ب- بررسی جداسازی روغن از محلول های آبی با فیلتر اصلاح نشده

با بررسی های به عمل آمده این نتیجه به دست آمد که درصد جداسازی با استفاده از فیلتر اصلاح نشده برای درصدهای مختلف در محلول های آبی بیشتر از فیلتر اصلاح شده می باشد که دلیل آن جداسازی آب و نفت سفید و یا آب و گازوئیل با هم است و این که نانو ذرات عامل دار شده توسط استئاریک اسید لابلای بافت پارچه باعث انتخاب پذیری در جذب پارچه اصلاح شده گردیده است و نبود این نانو ذرات اصلاح شده در پارچه باعث افزایش درصد جداسازی می گردد. در شکل های ۵ و ۶ مطالب فوق را تصدیق می کند. در ضمن قابل ذکر است که اختلاف در نمودارهای زیر مربوط به اختلاف زنجیره های هیدروکربنی در گازوئیل و نفت سفید است. چون زنجیره های هیدروکربنی گازوئیل بیشتر از نفت سفید است عبور نفت سفید بیشتر است.



شکل ۵ درصد گازوئیل جداسازی شده از خوراک با فیلتر اصلاح نشده



شکل ۶ درصد نفت سفید جداسازی شده از خوراک با فیلتر اصلاح نشده

۴- معرفی علائم و متغیرها در متن

در پژوهش به توسعه‌ی یک روش ساده برای ساخت فیلتر الیاف پلی استر پوشش داده با نانو ذرات ZnO عاملدار شده پرداخته شد.

نانوذرات ZnO در مجاورت استتاریک اسید عاملدار گردید و فیلتر پلی استر نانو ذرات بدست آمد. با افزایش میزان درصد روغن در مخلوط، جداسازی بهتر و راندمان بالاتر بدست آمد. هرچه درصد آب در مخلوط بیشتر باشد، میزان ناخالصی کمتر گردید.

در این پژوهش به منظور تعیین بالاترین ظرفیت جداسازی غشاء الیاف پلی استر برای جداسازی دو نوع مواد هیدروکربنی (گازوییل و نفت سفید) بر روی فیلتر اصلاحات ساختاری صورت گرفت که در این پژوهش، آزمایشات مقایسه عملکرد فیلتر و دونه میزان نانو ذره، ۲٪ و ۵٪ وزنی نانو ذره اکسید روی برای توانایی جداسازی مواد هیدروکربنی از محلول های آبی مورد بررسی قرار گرفت و بیشترین ظرفیت جداسازی برای فیلتر الیاف پلی استر اصلاح شده، فیلتر الیاف پلی استر با میزان ۵ درصد وزنی بدست آمد. در عین حال فیلتر اصلاح شده می‌تواند به عنوان فیلتری کارا و ارزان جهت جداسازی مواد هیدروکربنی در تمام آزمایش ها به کار رود.

مواد نفتی و روغن به دلیل پایین بودن چگالی آن‌ها نسبت به آب روی سطح قرار می‌گیرد و این منجر به آلودگی آب و تشکیل یک لایه مانع از نفوذ نفت و مواد روغنی می‌شود و سبب آلودگی آب و همچنین مرگ جانداران آبی و آلودگی محیط زیست می‌شود.

با در نظر گرفتن مشکلات فوق، روشی تحت عنوان جداسازی آب و روغن با خلوص و جداسازی بالای ۹۵٪ در نظر گرفته می‌شود. در این آزمایش از فیلتر پلی استر پوشش داده شده با نانو ذرات اکسید روی به دلیل راندمان بالا در جداسازی استفاده گردید. به این صورت که بعد از هر بار جداسازی محلول هیدروکربن موجود در محلول های آبی میزان مخلوط جدا شده اندازه‌گیری و مقدار آن مقایسه شد. نتایج مقایسه نشان از کاهش میزان جداسازی بعد از ۷ بار استفاده این نوع فیلتر می‌باشد. در نتیجه چرخه مصرف فیلتر ۷ بار تعیین گردید. با توجه به نتایج حاصل، نسبت محلول سازی ۷۰ درصد در نظر گرفته شد (نسبت مخلوط آب در محلول های هیدروکربنی) که بالاترین راندمان جداسازی را در برداشت، تعیین گردید و هر بار فیلتر را با آب مقطر برای هر مرحله مورد شستشو قرار گرفت. فیلتر الیاف پلی استر به عنوان یک فیلتر مناسب برای انواع هیدروکربن های سبک و سنگین و با در نظر گرفتن مقاومت مکانیکی و حرارتی بالا به عنوان یک فیلتر مناسب برای جداسازی آب از مواد نفتی با خلوص بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلیه عوامل مؤثر بر راندمان جداسازی شامل نوع فیلتر، درصد پوشش دهی مواد نانو ذره، درصد خلوص، نوع روغن استخراجی، مقاومت حرارتی و مکانیکی محلول در نظر گرفته و با در نظر گرفته شدن کلیه عوامل از فیلتر پلی استر (پارچه‌ای) برای انجام آزمایش استفاده شد.

۵- پیشنهادات

انجام تست دمای بالا نیاز به امکانات آزمایشگاهی بیشتر و شرایط بهتری دارد، این امر می تواند عامل موثری در بهبود عملکرد فرآیند باشد. پس پیشنهاد می گردد این آزمایش در دماهای متفاوت بررسی گردد.

همچنین این فکر وجود دارد که اگر اصلاح سطح با نانو ذرات دیگر و متنوع تر و حتی هیبرید دو یا چند نوع نانو ذره باشد، قطعا مقاومت فیلتر را بالا برده و باعث بالا رفتن اثر و افزایش جدا سازی می گردد.

برای افزودن نانو ذرات نیز می توان از نانو اکسید روی به همراه نانو ذرات دیگر مثل تیتانیوم دی اکساید یا نانو کلی استفاده کرد، نانو ذرات دیگر شاید همراه نانو ذرات اکسید روی بتوانند نقص هایی که نانو ذرات مذکور دارا می باشد را بپوشاند، البته با توجه به خصوصیات خوبی که در اکسید روی بررسی شده است، استفاده از آن با وجود نقص ها توصیه می گردد.

راه پیشنهادی دیگر استفاده از فیلترهای هیبریدی مثلا پلی استر کتان است. شاید ادغام دو نوع فیلتر پارچه ای بتواند نقص های هر دو نوع فیلتر را بهبود بخشد.

۱. محمودی مالک، مقدمه ای بر تصفیه آب، دانشگاه شهید بهشتی
۲. رثوفی محمد، ملاردی محمدرضا، ۱۳۸۱، اصول تصفیه آب و پساب های صنعتی، تهران، امین.
3. Lei Wu, Junping Zhang, Bucheng Li, Aiqin Wang, Mechanical- and oil-durable superhydrophobic polyester materials for selective oil absorption and oil/water separation, 2013.
4. Ming Zhang, Chengyu Wang, Shuliang Wang, Jian Li, Fabrication of superhydrophobic cotton textiles for water-oil separation based on drop-coating route, 2013.
5. Bhanushali, D. Kloos, S., Kurth, C., & Bhattacharyya, Performance of solvent-resistant membranes for non-aqueous systems: Solvent permeation results and modeling. Journal of Membrane Science, 2001.
6. Rafe, A., & Razavi, S.M.A. Water and hexane permeate flux through UF polysulfone amide membrane, 2009.
7. Ghosh, M. Review on recent trends in rice bran oil processing, Journal of the American Oil Chemists, 2007.
8. Rautenbach, R., & Albrecht, R. Membrane Processes. New York: Wiley, 1989.
9. Alicio, T.V.R., Mendes, E.S., Pereira, N.C., & Motta Lima, O.C. Membrane ultrafiltration of crude soybean oil. Desalination, 2002.
10. Darwish, N.A., Hilal, N., Al-Zoubi, H., & Mohammad, A.W. Neural networks simulation of the filtration of sodium chloride and magnesium chloride solutions using nanofiltration membranes, 2007.
11. V. Pandiyarasan, S. Suhasini, J. Archana, M. Navaneethan, M. Abhijit, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Fabrication of hierarchical ZnO nanostructures on cotton fabric for wearable device applications, 2016.

بررسی ابعاد مختلف ارگونومی در طراحی داخلی فضاهای درمانی با رویکرد افزایش کیفیت در سلامت روانی کارکنان و بیماران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۵

کد مقاله: ۱۲۹۴۰

مطهره غلامپور^{۱*}، محمد روحانی^۲

چکیده

ایجاد محیطی امن و ایمن در طراحی فضای درمانی، از جمله دغدغه‌های طراحان است که بارها در مقالات و پژوهش‌های متعدد نیز بر ضرورت آن تأکید شده است. خصوصاً در بخش‌هایی که مختص کودکان می‌باشد و با توجه به مقتضای سنی کودکان که بسیار پرجنب‌وجوش‌تر از افراد بزرگسال هستند، اهمیت بیشتری می‌یابد. از سوی دیگر، ارگونومی ارتباطی مستقیم با ایمنی دارد و هرچه فضا ایمن‌تر باشد می‌توان گفت به شاخصه‌های یک فضای ارگونومی نزدیک‌تر شده‌ایم. امروزه در درمانگاه‌ها متأسفانه تنها کالبد فیزیکی بنا صرفاً از جهت بهداشت و عدم آلودگی و ارتباطات عملکردی و فیزیکی فضاهای موجود ارزیابی می‌شود و احساس رضایت کاربران مجموعه (بیماران و کارکنان) از فضا و جنبه‌های ادراک دیداری و بصری موجود و تأثیر آن‌ها بر رفتار بیماران اهمیت چندانی ندارد. طراحی داخلی فضای درمانی، جزء جدایی‌ناپذیر کیفیت طراحی محیط به شمار می‌رود؛ اما نباید عناصر و لوازم صرفاً لوکس را با مبحث طراحی داخلی اشتباه گرفت. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ایجاد انعطاف‌پذیری بالا، امنیت، صمیمیت از یکسو و نور طبیعی، چشم‌انداز محیط، رنگ، صوت و مبلمان که همگی شاخص‌هایی از ارگونومی به شمار می‌روند از سوی دیگر می‌توانند در روند بهبود بیماران تأثیر شایانی داشته باشند. هدف از این مقاله شناسایی هرچه بیشتر آیت‌های مؤثر در ارگونومی فضاهای درمانی و تقویت آن‌ها به گونه‌ای که راحتی و رفاه و آرامش هرچه بیشتر بیماران و بخش درمان را فراهم آورد می‌باشد. در این مقاله از روش تحقیق توصیفی با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اسنادی استفاده شده است.

واژگان کلیدی: آسایش و آرامش، بیمارستان‌های آینده، سلامت روانی کارکنان و بیماران، افزایش بهره‌وری

۱- مدرس دانشگاه هنر معماری (نویسنده مسئول) sakhteman.saz.gholampour@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری داخلی دانش آموخته دانشگاه خواران مشهد

۱- مقدمه

بیماران در طی دوران درمان نه تنها از لحاظ جسمی بلکه از لحاظ روحی هم تحت فشار قرار دارند. متأسفانه کامل نبودن تسهیلات بیمارستانی گاهی رنج آن‌ها را دوچندان کرده تا جایی که محیط بیمارستان را به محیطی کسالت بار تبدیل می‌کند، در نتیجه بیمار گاهی حتی بدون توجه به نیازش به خدمات درمانی، دوست دارد هرچه زودتر محیط بیمارستان را ترک کند. در این پژوهش سعی شده عوامل مؤثر بر روحیه بیماران و عواملی که می‌توانند حس راحتی و آسایش بیشتری را برای بیمار فراهم آورند شناسایی شده و راهکارهایی برای تقویت آنها ارائه شده است. این عوامل نیازهای جسمانی بیماران را از یک سو و نیازهای روانی آنان را از سوی دیگر مورد توجه قرار میدهد تا بیمار بتواند همان حس راحتی و آسودگی که در خانه تجربه میکند در بیمارستان نیز داشته باشد (۲). با پیشرفت هرچه بیشتر تکنولوژی نیاز به بروزرسانی فضاهای درمانی با توجه به نیازهای بیماران و کادر درمان بیش از پیش احساس می‌شود. همچنین با توجه به رشد جمعیت و کمبود فضا برای بستری بیماران اهمیت طول دوره درمان و استفاده از شیوه‌های نوین رسیدگی و کنترل بیماران موضوعی است که بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

۲- ارگونومی

واژه ارگونومی آمیزه‌ای از دو واژه یونانی ارگو (Ergon) به معنای کار و نوموس (Nomos) به معنای قاعده و قانون است. در آمریکا، مهندسی عوامل انسانی، مترادف واژه ارگونومی دانسته شده است در حالی که در اروپا ارگونومی ریشه در فیزیولوژی کار، بیومکانیک و طراحی ایستگاه کار دارد. (ارگونومی در محیط کار) در واقع به علم افزایش کارایی فضاها به منظور افزایش هرچه بیشتر راحتی و آرامش به گونه‌ای که تحمل فضا برای ما راحت تر باشد گفته می‌شود (۳).

۲-۱- تاریخچه ارگونومی

از ابتدا تا کنون اصطلاحات متعددی برای ارگونومی از جمله عوامل انسانی (human factor)، مهندسی عوامل انسانی (human factor engineering) و روانشناسی مهندسی (engineering psychological) استفاده شده است. عوامل انسانی اصطلاحی است که در ایالات متحده بکار می‌رود ولی ارگونومی اصطلاحی است که در اروپا بکار رفته و در این کشورها اصطلاح رایج تری است گرچه خیلی از افراد بین این دو اصطلاح تمایزی قائل می‌شوند ولی در اکثر موارد عملی و کاربردی این دو اصطلاح مترادفند (۴).

اهداف ارگونومی:

- اهداف بهداشتی تامین سلامت روحی و جسمی افراد
- اهداف صنعتی ارتقا سوددهی و بهره‌وری

۲-۲- چشم انداز ارگونومی

انسان‌ها دارای ابعاد و اندازه‌های بدنی گوناگونی هستند و توانمندی‌ها، محدودیت‌ها، توان درک، سرعت و مهارت‌های متفاوتی دارند. شاید بتوان ویژگی‌های انسانی را به سه دسته ویژگی‌های کالبد شناختی، فیزیولوژیک و روانی تقسیم کرد. به هنگام طراحی شغل و به طور کلی، ساختار کار، خواه از دیدگاه سخت افزاری و خواه از دیدگاه نرم افزاری، باید به همه مشخصه‌های یاد شده توجه شود. ارگونومی، ابزاری است که با استفاده از آن می‌توان این ویژگی‌ها را ارزیابی و اندازه‌گیری کرد و از یافته‌ها برای تناسب و تطابق هرچه بیشتر انسان و محیط بهره‌گرفت. برای سنجش این ویژگی‌ها، ارگونومی از علوم گوناگونی بهره‌می‌گیرد. در این باره، فیزیولوژی و روانشناسی می‌باید با علوم مهندسی در هم آمیزند تا ابزاری کارآمد برای حل مشکلات طراحی گردند (۵).

۲-۳- ارگونومی در فضاهای درمانی

هدف ارگونومی در طراحی فضای درمانی آن است که در طراحی ابزار و وسایل کار و سیستم‌های فنی و تولیدی نیز نیازها و خصوصیات جسمی و روحی انسان‌ها در نظر گرفته شود تا در عین دستیابی به افزایش بازدهی، به سلامت و بهداشت و راحتی انسان‌ها نیز تا بیشترین حد توجه شده باشد. امروزه معماران به دنبال روش‌هایی هستند که بتوانند سطح کیفیت فضاهای درمانی را بالا ببرند، برای رسیدن به این هدف یک معمار باید مسائل متفاوت و متنوعی را بداند و بر اساس آنها این شرایط را فراهم کند. توجه به طراحی مناسب محیط‌های درمانی و تاثیر آن در افزایش بهره‌وری کارکنان و از آن مهم‌تر تاثیرات آن در روند بهبود بیماران و آرامش آنها امری حیاتی محسوب می‌شود (۶).

۳- فضاهای درمانی و بیمارستان

فضاهای درمانی به صورت کلی به سه گروه زیر قابل تقسیم است:

- بیمارستان ها
- کلینیک ها
- آزمایشگاه ها

و مهمترین آیتها کلیدی در طراحی بیمارستانها شامل «رنگ»، «فضای سبز»، «هنر»، «نور»، «چشم انداز»، «مبلمان»، «صوت» و «معلولین» است.

۳-۱- اثر رنگ در بیمارستانها

رنگ نقشی بسیار مهم در طراحی فضای درمانی ایفا می نماید. بهره گیری از رنگهای شاد و متنوع، محیطی فرح بخش و شاد را برای کودکان و بستری مناسب را جهت بهبود فراهم می کند و استرس، اضطراب و افسردگی بیماران را به نسبت چشمگیری کاهش می دهد. در طراحی داروخانه این امر بسیار اهمیت دارد؛ زیرا بیمار دوره پسا درمان را از محیط داروخانه آغاز می کند. استفاده از نور روشن در درمان افسردگی بسیار مؤثر است. همچنین افرادی که در اتاق هایی با نور روشن و آفتابی بستری هستند، مدت زمان کوتاه تری را نسبت به افرادی که در اتاق های بدون نور کافی بستری می باشند، در بیمارستان سپری می کنند زیرا نور به خصوص نور طبیعی استرس را کاهش می دهد. (۷)

بررسی رنگ ها و تاثیرات آن ها بر بیماران با توجه به نقش بسیار گسترده و پر اهمیت رنگ ها در زندگی انسان، دارای ابعاد مختلفی می باشد. اهمیت و نقش رنگ در زندگی، مفاهیم مختلف و متنوعی از آن را در ذهن زنده می کند. در این صورت ارائه ی یک تعریف مشخص و تبیین مختصر، نه تنها مفهوم جامع و گسترده رنگ را در بر نخواهد گرفت، بلکه برای درک ابعاد وسیع آن گمراه کننده خواهد بود. رنگ در همه ابعاد زندگی جاری است و بنابراین مفهوم آن به همان گستردگی مفهوم زندگی است یا به قول ایتن رنگ خود زندگی است. طراح قبل از انتخاب رنگ می بایست شناخت دقیقی از تاثیرات رنگ بر انسان داشته باشد چرا که تاثیرات جسمی و روانی رنگ ها بر بیماری که از اختلالات جسمی رنج می برد و در نقطه آسیب پذیرتری نسبت به فرد سالم قرار دارد بسیار پررنگ تر می باشد. هر رنگی به مقتضای خاصیتش به نوعی در روان افراد تاثیر می گذارد که این اثر بی ارتباط با رفتارهای اجتماعی و روانی آنان نیست. از رنگ ها به عنوان نیروهایی می توان نامبرد که موجب بهبود بیماران شود چرا که رنگ برانسان از طریق روانشناسی رنگ تاثیر بسزایی دارد. پس شناخت روانشناسی رنگ ها برای یک طراح، امری ضروری تلقی میشود. (۸)

- رنگ در راهرو ها: استفاده از رنگ های روشن جهت گشودگی فضا
- رنگ در ایستگاه های پرستاری: عدم استفاده از یک رنگ خاص و استفاده از رنگ های ملایم و توجه به کنتراست رنگ ها
- رنگ در اتاق های بستری: رنگ کف روشن باشد، استفاده از تم رنگی سبک و کم کردن کنتراست نور پنجره ها با رنگ دیوارها
- حمام و سرویس های بهداشتی رنگ هایی با تم رنگی بسیار سبک
- اتاق استراحت کارکنان: رنگ ها در جهت تامین استراحت بصری کارکنان باشد (۹)

۳-۲- راهکار

در فضاهای درمانی علاوه بر استفاده صحیح از رنگ های مناسب میتوان با بهره گیری از شیشه های رنگی در بخش های مختلف بیمارستان، هم حس خانه ایرانی را برای بیماران تداعی کند و هم در آنها احساس آرامش به وجود آورد. نمود رنگ در بدن انسان به قدری است که میتوان اثر آن را به تفکیک در هر بخش بررسی نمود، این بررسی ها شامل موارد زیر می شود:

- فیزیولوژیکی: تغییر در فشار خون، ضربان، سیستم عصبی خودکار بدن، فعالیت هورمون ها، سرعت اکسایش و رشد بافتها.
- در چشم ها: تغییر در اندازه مردمک چشم، شکل عدسی، حالت قرارگیری کره چشم، پاسخ های شیمیایی پایانه های عصبی شبکیه.
- شناختی: حافظه و باز اوری اطلاعات و اغتشاشات در درک پرسپکتیو، میزان ارزشیابی ها و تصمیم گیری ها، پاسخ های شرکت پذیری.

- خلق و خو و حالت های روانی: تحریک کنندگی، خشم اور، خوش رویی، آرامش بخش، خسته کنندگی، مهیج، غمگین، خوشحالی.

- احساسات محیطی: فضا به نظر بزرگ تر یا کوچک تر، گرم تر یا سرد تر، تمیز تر یا کثیف تر، روشنتر یا کدر تر
باید، مردم سالم یا ناسالم به نظر بیایند، میزان اشتها اوری غذا، جوانتر یا پیرتر نشان دادن، جدیدتر یا قدیمی تر
نشان دادن.

فضای سبز در محیط های درمانی از جمله اساسی ترین عوامل طراحی به شمار می رود و سلامت انسان با آن ارتباط مستقیم دارد، لذا باید نیاز انسان به فضای سبز در محیط های به عنوان مهمترین عامل اکوسیستم در نظر داشت چرا که نقش گیاهان به ویژه درختان، در پالایش و کاستن آلودگی های گوناگون هوا، صدا، نور و ... و زیباسازی محیط زیست بسیار قابل توجه است. علاوه بر آن درختان و درختچه ها با اشکال و رنگ ها و بافت های گوناگون خود تاثیر بر روح و روان انسان ها گذاشته و فشارهای روحی و امراض جسمی و روحی بیماران را کاهش می دهد. امروزه ثابت شده است که بعضی از درختان با ترشح ماده ای به نام فیتونسید ایجاد یک حالت آثرات مطلوب فضای سبز در محیط های درمانی:

- جذب پرتو
- جذب گرد و غبار
- تولید اکسیژن
- تولید فیتونسید
- تعدیل آب و هوا
- مؤثر در کاهش آلودگی صدا
- ایجاد آرامش و نشاط
- کم کردن استرس و اضطراب
- کاهش افسردگی
- بهبود بیماری های روانی آرامش و خلسه در انسان می کنند، بنابراین فضای سبز در ایجاد تعادل عصبی انسان نقش عمده ای ایفا می کند (۱۰).

۳-۳- تاثیر نور در بیمارستان ها

با توسعه ی جوامع انسانی و تغییر در روند طراحی بیمارستان ها، توجه معماران، طراحان داخلی و برنامه ریزان به کیفیت فضاها و محیط های ساخته شده بیمارستانی، با به کارگیری عنصر قدرتمندی به نام نور، افزایش یافته و نقش نورپردازی به عنوان ابزاری برای ارتقا سطح کیفی محیط های درمانی و پاسخگویی به نیازهای بصری و روانی مراجعین و کارکنان، اهمیت بیشتری یافته است. در این زمینه پژوهش های بسیاری درباره ی چگونگی تاثیر نور محیط های بیمارستانی، بر ذهنیات و رفتارهای بیماران و کارکنان، انجام شده است. پژوهش های انجام شده نشان می دهد که محیط های درمانی علاوه بر عناصر کالبدی، شامل پیام ها، معانی و رمزهایی هستند که از عوامل مؤثر بر انتقال این مفاهیم به انسان رنگ و نور می باشد. (۱۲) عوامل متعددی در یک محیط ساخته شده بر حالت عاطفی و روانشناختی استفاده کننده تاثیر میگذارد. شدت نور و رنگ دو عامل مهمی هستند که بر عملکرد استفاده کننده در آن فضا تاثیر میگذارند. در حالی که آشکار است افراد توانایی سازگاری با محیطهای مختلف را دارند، اما این باور مطرح میشود که اگر افراد در شرایط مشخص و معینی قرار نداشته باشند، به فقدان خلاقیت و رفاه عمومی منجر خواهد شد؛ بنابراین عقیده برخی از پژوهشگران، روشنایی میتواند نقش مهمی در تقویت ادراک ویژه، فعالیت و تنظیم خلق افراد ایجاد کند. نورپردازی در مناطق انتظار مردم هنگامی که منتظرند، اغلب تمایل دارند مطالعه کنند، بنابراین، حداقل ۲۰۰ لوکس روشنایی برای این منظور باید تامین شود. البته در صورتی که این افراد را اکثرا سالمندان تشکیل دهند، میزان نور بیشتری لازم است. در بخش های پررفت آمد برای اطمینان از رفت و آمد ایمن باید به طور متوسط ۱۵۰ لوکس نور دریافت کنند این در حالی است که ایستگاه های پرستاری باید حداقل ۳۰۰ لوکس نور داشته باشند تا پرستاران بتوانند به راحتی به فعالیت های اداریشان مشغول باشند (۱۳).

۳-۴- اثر چشم انداز در بیمارستان

طبیعت همواره موجبات آرامش و آسودگی ذهنی را برای انسان ها به ارمغان می آورد و هرچه ما در طراحی فضاها توجه ویژه تری به این مورد داشته باشیم به آرامش روانی نزدیک تر شده ایم. این مسئله در فضاهایی مانند بیمارستان ها که بیمار بیش از پیش نیاز به آرامش دارد بیشتر احساس می شود. از جمله اقدامات مؤثر در این زمینه توجه به مکان یابی بیمارستان در نقطه ای

که چشم انداز مناسبی رو به دشت یا سایر مناظر طبیعی داشته باشد و یا ایجاد فضاهایی مصنوعی در داخل بخش ها و راهروها بیمارستان به وسیله عکس ها، تابلوها و پوستر هایی از مناظر طبیعی که بتواند حتی لحظه ای بیمار را از رنجی و دردی که تحمل میکند رهایی بخشد. در این زمینه استفاده از آسمان مجازی در سقف اتاق ها میتواند گزینه خوبی باشد مخصوصا برای بیمارانی که مجبور هستند به پشت بخوابند. (۱۴)

۳-۵- اثر مبلمان در بیمارستان ها

با توجه به استفاده روز افزون افراد از مبلمان ها باید بیش از پیش به طراحی آنها توجه کرد و اصول ارگونومی را در آنها رعایت نمود. به گونه ای که راحتی و آسایش را برای کاربر به ارمغان آورد. این فرآیند شامل سه مرحله اصلی بررسی وضعیت موجود، ارائه و اجرای راهکار جهت بهبود و ارزیابی نتایج و تنظیم کتابچه مبنا به منظور طراحی ارگونومیک مبلمان جدید است. یکی از مهم ترین ابزار ها برای طراحی محصول استفاده از مهندسی کنسی می باشد که دارای رویکرد مشتری مداری است. بکار گیری اصول ارگونومی در طراحی مبلمان نتایجی همچون پیشگیری از اختلالات اسکلتی-عضلانی بین استفاده کنندگان، بهبود بهره وری کارکنان و آسایش افراد توسط تطبیق ویژگی های محصول برای شخص و کسب رضایت کاربران را به همراه خواهد داشت (۱۵). شاخه هایی از ارگونومی که در طراحی مبلمان باید به آن توجه کرد شامل:

- **روانشناسی:** در این حیطه جنبه هایی همچون رنگ مبلمان و شکل ظاهری مبلمان مورد بررسی قرار می گیرد. از دیدگاه ارگونومی این بخش به منظور افزایش رضایت مشتریان و استفاده کنندگان مورد بررسی قرار می گیرد.
- **فیزیولوژی:** در این حیطه، تبادلات انرژی و متابولیسم بدن مطرح است. بررسی خستگی ناشی از استفاده مبلمان در این حیطه مورد ارزیابی قرار می گیرد
- **آنتروپومتری:** آنتروپومتری، به سنجش ابعاد فیزیکی بدن و کاربرد داده های ابعادی در اصلاح شرایط فیزیکی مبلمان می پردازد. از آنجایی که یکی از دلایل فشارهای وارده بر اندام ها، عدم تطابق ابعاد مبلمان با ویژگی های ابعادی بدن کاربر می باشد، از این رو داده های آنتروپومتریک را میتوان به طور موثری در طراحی مبلمان به کار گرفت.

۳-۶- اثر صوت در بیمارستان ها

در صوت درمانی، مجرب ترین روش برای بهره گیری از تاثیرات مثبت اصوات، استفاده درست از اسمای الهی است. اصواتی هم که در طبیعت وجود دارند، صداهای موزون ایجاد می کنند و از این طریق مارا با بزرگترین موسیقی خلقت همراه می سازند. صداهایی همچون ریزش باران، وزش باد، صدای رودخانه و دریا و نغمه پرندگان از این دسته اند. حال که در مورد صداهای آرامش بخش صحبت کردیم باید آلودگی های صوتی را در این فضاها به حداقل برسانیم. مطالعات نشان میدهند آلودگی صوتی میتواند باعث ضعیف شدن شنوایی، اختلالات قلبی عروقی، اختلالات خواب و اختلال در بهبود زخم بشوند. سازمان بهداشت جهانی توصیه میکند که سطح صدا در بیمارستان ها نباید از ۴۵ دسی بل فراتر رود. اهمیت این نکته در فضاهایی مانند ICU دو چندان میشود چراکه صداهای اضافی ممکن است موجب روان پریشی بیمار شود. از جمله راهکارهایی که برای رفع این مشکلات میتوان پیشنهاد داد استفاده از متریال هایی که جاذب صدا هستند مانند انواع فیبرها و نوبان ها جذب کننده های الیافی و جذب کننده های روزنه دار از جنس چوب یا نوبان استفاده نمود و فضا های حساس را تا حد امکان آکوستیو نمود. (۱۶)

۳-۶-۱- آلودگی صوتی بیمارستان

nightingale معتقد بود که آلودگی صوتی غیر ضروری بعنوان بی رحمانه ترین عوامل منفی در هنگام مراقبت به بیماران هستند که میتوان در بیمار یا دیگران اثرات سو بگذارد. آلودگی صوتی بیش از حد بیمارستانی ناشی از آلارم، بوق ها، دستگاه مخابره داخل ساختمان و مکالمه ها به عنوان عوامل استرس زا شناسایی شده اند. سازمان EPA توصیه می کند که سطح صدای بیمارستان نباید از ۴۵ دسی بل فراتر رود، در حالی که WHO توصیه می کند سطح صدا بیمارستان نباید از ۳۰ دسی بل تجاوز کند و اوج آن نباید بالاتر از ۴۰ دسی بل باشد (۱۷).

۳-۶-۲- اثرات آلودگی صوت بر روی بیماران

محیط های پر از آلودگی صوتی، پیامدهای سوء بهداشتی در بیمارانی که تحت روند درمان و بهبود هستند دارند. تحقیقات نشان می دهند که یک همبستگی مثبت بین آلودگی صوتی بیمارستان و پاسخ های فیزیولوژیک تجربه شده توسط بیماران، وجود دارد که مهمترین آنها افزایش خطر ابتلا به فشار خون بالا و بیماریهای ایسکمیک قلبی می باشد. آلودگی صوتی غیر قابل کنترل باعث آغاز پاسخ استرس انسان، فعال شدن سیستم عصبی سمپاتیک و انتشار اپی نفرین و نوراپی نفرین می گردد که انقباض عروق

خونی و افزایش فشار خون و ضربان قلب را در پی دارد. سطوح بیش از حد آلودگی صوتی همچنین باعث تولید هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک و آزاد شدن اپی نفرین و نوراپی نفرین میشود که شبیه به پاسخ غدد درون ریز می باشد که در پاسخ به یک عامل استرس زا رخ می دهد؛ که میتواند موجب تجمع چربی در عروق شود. سطح صدا بیش از ۵۰ دسی بل باعث اختلالات خواب در بیماران در بیمارستان می شود. (۱۸)

۳-۷- سیرکلاسیون

اگرچه فضای معماری (علی القائده) بر اساس طرح معمار شکل می گیرد ولی هنگامی عملاً به مکان تبدیل میشود که انسان فضا را هم به لحاظ فیزیکی و هم روانی تصرف کند و آن را از آن خویش بداند لذا با افزایش حرکت و بهبود جهت یابی به منزله ی یکی از مشخصه های زندگی معاصر مورد توجه خاص قرار گرفته است. جهت یابی در فضا مسئله ی مهمی است که امروز اغلب از طریق نصب تابلوهای راهنما صورت می گیرد اما بهتر است که فرم معماری جهت یابی را ممکن مبنماید. برای این منظور می توان از ایجاد گشایش ها و فضاهای داخلی خالی برای دید آوردن امکان درک حجم درونی ساختمان و استفاده از گرافیک محیطی نظیر رنگو نوشته و تابلوها ویا استفاده از متریا ل شیشه به جای دیوار به جهت تقویت حس جهت یابی استفاده نمود. در بسیاری ساختمان های درمانی نیاز های فیزیکی تردد نظیر دسترسی معلولان آسانسور های کافی و سریع پلکان راحت و بی خطر و راهروهای با عرض کافی وجود ندارند و به لحاظ بصری راه یابی در فضا امکان کشف و درک فضای معماری از طریق تردد در فضا درست پیش بینی نشده است. مهمترین وجوه فنی مرتبط با مقوله ی سیرکولاسیون را می توان بدین ترتیب برشمرد:

- مسیر ورود و ارتباط آن با فضای بیرون، حجم تردد، کاهش تبادل حرارتی با فضای خارج، دسترسی معلولان، دسترسی انواع اتوموبیل و دیگر وسایل حمل و نقل، کنترل ورودی ها و تامین امنیت.
- سیستم توزیع و دسترسی شامل حرکت افقی و عمودی اجتناب از تداخل و تقاطع مسیر های متفاوت (مثل پیاده و سواره، مسیر ورود مهمانان و خدمه در هتل، مسیر خروج و ترانزیت در فرودگاه و ...) ظرفیت و سرعت آسانسورها، عرض پلکان و پلکان برقی، میزان شیب و عرض شیب راه ها و عدم لغزندگی آنها، روشنایی لازم برای راهیابی، عرض و طول راهرو ها. عرض، جهت و مشخصات فنی در ها.
- خروج و خروج اضطراری شامل مسیر های فرار به لحاظ میزان عرض، طول، روشنایی، مقاومت در مقابل حریق، عدم لغزندگی، جهت و مشخصات فنی در ها در مسیر، تناسب سیستم های خروج اضطراری با جمعیت پذیری فضا، طبقه و ریسک حریق.

۳-۸- توجه به معلولین در طراحی فضاهای بیمارستان ها

پذیرفتن این موضوع که افرادی در جامعه وجود دارند که از نظر بسیاری، دچار ناهنجاری روانی و حرکتی اند و همچنین پذیرفتن این نکته که آنها حق ادامه حیات دارند و ما در مرحله اول به عنوان یک انسان و در نگاه تخصصی تر به عنوان یک معمار در قبال آنها مسئولیم. همه کشورها به تناسب توان و امکانات خود در جهت بازتوانی معلولان و برگرداندن آنان به پیکره ی عظیم جامعه در معماری و شهرسازی خود تغییرات و تحولات زیادی به وجود آورده اند که میتوان با ساخت و سازهای ویژه درمان معلولین مانند کلینک های توانبخشی که از اهمیت ویژه ای برخوردارند و یا تحولاتی که در ساخت فضاهای عمومی جهت استفاده معلولین جسمی، حرکتی و همچنین تغییراتی که در میلمان شهری مانند مسیرهای ارتباطی ویژه عبور معلولین اشاره نمود. تدابیر و ابزارهای به کار گرفته شده در این مرکز در جهت تقویت قوای باقیمانده در فرد آسیب دیده و تجدید قوای روحی و اجتماعی ناشی از آن و همچنین کاهش اثرات عوامل طبیعی ناتوان کننده ثانویه مانند بیماری و افزایش سن می باشد (۱۹).

۴- بیمارستان های آینده

بیمارستان های آینده کاملاً متفاوت با بیمارستان های امروزه خواهند بود. با توجه به سرعت تحول و تکامل فناوری ها، مصرف گرایی رو به رشد همراه با تغییرات جمعیتی و اقتصادی، انتظار می رود تغییرات اساسی در بیمارستان های سراسر جهان صورت گیرد. در حال حاضر، رشد روز افزون بیماران بستری در بیمارستان ها باعث انتقال خدمات درمانی و سلامتی به خانه های بیماران یا ارائه خدمات بستری شدن در بیمارستان ها هستند. با وجود زیر ساخت های قدیمی در برخی کشور ها و تقاضا برای تخت بیشتر در جاهای دیگر، مدیران بیمارستان و دولت ها بایستی در مورد چگونگی بهینه سازی خدمات سرپایی و بستری جهت ارتباط بهتر با گیرندگان خدمات و چگونگی ادغام فناوری های دیجیتال با خدمات سنتی بیمارستان ها تجدید نظر کنند. (۲۰)

۵- نتیجه گیری

امروزه توجه به عملکرد فضاها بیش از کالبد آنها مورد توجه طراحان قرار میگیرد و اهمیت توجه به روح فضا دیگر بر کسی پوشیده نیست، بخصوص فضاهای درمانی که باید بیشتر از فضاهای دیگر آرامش را برای افراد تداعی کند تا به آنها حس خانه دوم را انتقال داده و روند درمان بیمارانی را کوتاه تر کرده و گام مثبتی در جهت سلامت دوباره افراد بردارد.

در این پژوهش، عوامل محیطی نظیر روشنایی، رنگ، فضای سبز، ایمنی، صوت و... مورد بررسی قرار گرفت تا تاثیر آن بر استرس بیماران و حالت روحی روانی و جسمی آنان بررسی گردد. از مطالب فوق چنین می توان نتیجه گرفت که تغییرات ایجاد شده در محیط توانسته است به میزان قابل توجه ای در افزایش کیفیت ادراکی یاشهودی که حاصل حضور فرد و تجربه وی از محیطی است که در آن قرار گرفته، تاثیر بسزایی داشته باشد و محیطی مناسب و پاسخ ده را برای کاربران فراهم نماید. مهم تر اینکه استرس بیماران را کاهش دهد. همچنین باید به این نکته توجه شود که تسهیلات و امکانات رفاهی و درمانی بیمارستان ها باید انسان محور و عملکردگرا با توجه به برآوردن نیازهای بیماران، خانواده آنان و کارکنان بیمارستان باشد. بر اساس نتایج تحقیق، با بهره گیری از معماری داخلی فضاهای درمانی و توجه به عوامل کالبدی نظیر رنگ، روشنایی و... می توان بر اساس اصول زیبایی شناسی و عملکردی معماری، به خلق فضاهایی مناسب و واجد ارزش فضایی پرداخت تا استرس و اضطراب بیماران را که ناشی از حضور در مراکز درمانی و یا ابتلا به بیماری است، کاهش داد و در جهت ارتقا سلامتی افراد که مهم ترین هدف محیط های شفا بخش است گام برداشت؛ به عبارت دیگر، طراحی و مراکز درمانی به عنوان یک ضرورت در روند درمان مطرح می شود. همچنین بر اساس چنین پژوهش هایی میتوان الگویی مناسب جهت طراحی مراکز درمانی بر مبنای انعطاف پذیری بالا، امنیت، صمیمیت و آرامش ارایه نمود که تضمین کننده تسریع روند درمان بیماران و ارتقای سلامتی افراد جامعه خواهد بود.

منابع

۱. آذری پور و حسینی مجله معماری شناسی - اثر درمانی نوروز - سال دوم-شماره ۱۰- صفحه ۳- تیر ۹۸
۲. قاسم مطلبی، لادن وجدان زاده، تاثیر محیط کالبدی فضاهای درمانی بر کاهش استرس بیماران، سال ۱۳۹۴
۳. سحر عبداللهیان،- بررسی اصول ارگونومی در فضاهای درمانی- بررسی اصول ارگونومی در فضاهای درمانی (نمونه موردی: بیمارستان) شناسه (COI) مقاله: ۲۰۱۶ CCES101_046
۴. سارا ادریسی - محمد علی تربیت جو -الگوی طراحی فضاهای درمانی و مراکز سرطانی با رویکرد هنر درمانی و افزایش امید در بیماران-۱۳۹۵
۵. سید مهدی مداحی - بررسی مولفه های تاثیر گذار در طراحی فضاهای داخلی ساختمان های درمانی -۱۳۹۵
۶. سوده حیدرپناه- اصول و مبانی نور پردازی در بیمارستان ها -نشریه چیدمان تابستان ۱۳۹۵ شماره ۱۴۱۳۹۵
۷. کامران نادر افشاری- سرمقاله سیرکلاسیون - شماره ۶۹ مجله معمار، اول آبان ماه ۱۳۹۰
۸. مارک ساندرز، ارنست جیمز مک کورمیک ناشر: علوم دانشگاهی مترجم: محمدرضا افضلی -ارگونومی عوامل انسانی در طراحی مهندسی-سحاب اندیشه
۹. کتاب استاندارد برنامه ریزی و طراحی بیمارستان ایمن _دانشگاه علوم پزشکی سمنان دا ۱۳۹۱
۱۰. محمد جواد تبرعی - مصطفی حسینی - اثرات آلودگی صوتی بر بیماران، پرستاران و پزشکان در بیمارستان -
۱۱. یوهانس ایتن - هنر رنگ - ۱۳۸۴۱۳۹۶
۱۲. ویکتوریا کریمی- هنر درمانی رنگ -هنر درمانی رنگ -فرم فضا- -نشریه ره پویه هنر شماره ۱- سال ۸۵
۱۳. نور (ارزیابی شدت روشنایی و دمای رنگ نور و ارتباط آن با خستگی بینایی در کارکنان اداری شهر همدان در سال ۱۳۹۶) ۳
۱۴. شیروبی، شیرین و میرزاده، مونا، ۱۳۹۸، تاثیر نور (طبیعی و مصنوعی) بر خلق و خو و روان انسان در معماری داخلی
۱۵. استغن فیزنت- انسان، آتروپومتری، ارگونومی و طراحی- علیرضا چوبینه و محمدامین موعودی- چاپ سوم- تهران- نشر مرکز، کتاب ماد- ۱۳۸۵
۱۶. Enviromental Protection Agency_1974
۱۷. Shelby j _ 1994_317

نقشه‌های نخب مقام مسئول

تهران، افسریه، ۱۵ متری چهارم،
کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲
کرج، آزادگان، ابتدای بلوار مطهری،
کوچه شهید سبحانی، پلاک ۲۸، واحد ۴
۰۲۱ ۳۳۲۰ ۲۴ ۸۷
۰۲۶ ۳۴۴۵ ۳۱ ۳۱
۰۹۹۰ ۵۹۸ ۰ ۲۰۶
www.NRES.ir