

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تعیین ظرفیت بافرکنندگی و اسیدیته چوبهای صنعتی ایران

احمدجهان نئیاری عبدالرحمن حسین زاده امیر نوربخش
ابوالفضل کارگر فرد حبیب‌اله عرب تبار فیروزجانی

چکیده

در این بررسی، pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلبایی چوب ۹ گونه صنعتی از جنگلهای شمال کشور شامل ملج، نمدار، ممرز، افرا، توسکا، راش، خرمندی، بلوط و انجیلی اندازه‌گیری شده‌اند. برای انجام این امر از روش Johansson و Niemi استفاده شده است.

pH چوبهای مورد بررسی به ترتیب گونه‌های انجیلی، راش، افرا، ملج، توسکا، خرمندی، نمدار، بلوط و ممرز برابر با ۴/۸۸، ۵/۵۱، ۶/۰۵، ۶/۰۲، ۵/۲۷، ۵/۲۳، ۵/۳۷، ۴/۲۲ و ۵/۱۹ تعیین شده است. pH پوست این گونه‌ها به استثنای گونه‌های افرا، خرمندی، نمدار، و بلوط کمتر از pH چوب همان گونه‌ها است. به علاوه pH درون‌چوب گونه‌های درون‌چوب - برون‌چوب مشخص به استثنای بلوط کمتر از برون‌چوب اندازه‌گیری شده است.

ظرفیت بافرکنندگی اسیدی گونه‌های مورد بررسی به ترتیب انجیلی، راش، افرا،

در انجام این بررسی از مساعدت و همکاری مسئولان مؤسسه و همکارانمان برخوردار بودیم. وظیفه خود می‌دانیم از مساعدت‌های ریاست و معاونت پژوهشی مؤسسه که امکانات مادی و معنوی این بررسی را فراهم آورده‌اند سپاسگزاریم. از همکاران بخش تحلیفات علوم چوب و کاغذ مؤسسه آقایان نصریان روشنی، مهدوی فیض‌آبادی، حبیبی، گندابالی، سپیده‌دم، رضائزاد، فرزین‌فر، محسنی و پایدار که در اجرای پروژه ما را یاری دادند قدردانی می‌نمایم.

ملج، نوسکا، خرمندی، نمدار، بلوط و ممرز برابر با ۰/۰۱۹۵، ۰/۰۰۸۷، ۰/۰۰۲۶، ۰/۰۰۶۳، ۰/۰۰۸۳، ۰/۰۱۳۲، ۰/۰۲۱۸، ۰/۱۲۸۱، ۰/۰۱۳۱ - سانتیمتر مکعب
 سو دسوز آور نر مال برای هر گرم چوب و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی به همان ترتیب فوق
 معادل ۰/۰۳۷۳، ۰/۰۳۸۱، ۰/۰۲۵۲، ۰/۰۷۶۸، ۰/۰۳۷۲، ۰/۰۶۷۵، ۰/۰۳۱۰، ۰/۰۵۵۶، ۰/۰۳۲۵ - سانتیمتر مکعب اسیدمولفوریک نر مال برای هر گرم چوب تعیین
 شده است. با توجه به تغییر ظرفیت بافرکنندگی پوست، مخلوط چوب (درون چوب +
 برون چوب) و تمام چوب مشخص گردیده است که ظرفیت بافرکنندگی قلیایی یا اسیدی
 افزودنی است.

باگسترش مصرف چوب در صنایع مختلف، دستیابی به روشها و تکنولوژیهای نوین تبدیل چوب امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. در این راستا روشهای تولید محصولات مرکب چوبی از ضایعات و چوبهای کم ارزش، توسعه یافته و رشد روزافزودنی داشته است. در تولید محصولات مرکب چوبی از روشهای مختلف جهت اتصال ذرات چوب استفاده می‌گردد و مصرف رزین اوره - فرآلدهید بر دیگر رزینها فزونی داشته است، بنابراین بوجود آوردن یا بوجود آمدن اتصال قوی‌تر و کارآمدتر نه تنها به کیفیت برتر در محصول نهایی می‌انجامد، بلکه از طریق کم کردن میزان مصرف چسب، هزینه نهایی محصول نیز کمتر خواهد شد.

در زمینه اتصال بین چوب و چسب، چوب نقش بهبود دهنده و کاهش دهنده دارد. چوب به دلیل طبیعت شیمیایی خاص در فرآیند تشکیل اتصال شرکت کرده و اتصال قوی بوجود می‌آورد. ولی مواد استخراجی موجود در چوب قادر به کم کردن سرعت و شدت واکنش بوده و بکارگیری روشهای مقابله با آن ضروری است. بنابراین به دلیل ضرورت ایجاد اتصال قوی‌تر بین قطعات چوب، تحقیقات گسترده‌ای در سطح دنیا در زمینه‌های مختلف چسب و چسبندگی بعمل آمده و به پیشرفتهای تکنولوژیک فوق‌العاده‌ای دست یافته‌اند. متأسفانه تحقیقاتی در این زمینه در کشور صورت نگرفته است و در اغلب موارد بدون شناخت دقیق عوامل مؤثر بر تشکیل اتصال و با اطلاعات ناکافی به ساخت و کاربرد چسبها اقدام گردیده است.

از جمله عوامل چوب که نقش تعیین کننده‌ای به تشکیل اتصال بین چوب و رزین اوره - فرم آلدهید دارند اسیدیت و ظرفیت بافرکنندگی آن است. کارخانه‌های تولیدکننده چسب نیز بر اساس همان عوامل چسب را طراحی و عرضه می‌کنند.

پیدا کرده و عنوان می‌کند که درصد تخریب چوب اولاً به هدایت مخصوص و ثانیاً به pH عصاره چوب بستگی دارد.

Goto و Sakuma (۱۹۶۹) مطالعات خود را درباره رابطه بین وزن مخصوص و pH چوب با مقاومت در برابر ضربه اتصال متمرکز کرده‌اند و مقاومت در برابر ضربه در حال برش اتصال نمونه‌هایی از چوب ۱۵ گونه منقطع معتدله و ۱۱ گونه حاره‌ای با رزین اوره-فرم‌آلدهید را طبق آیین‌نامه ASTM 450-54 اندازه‌گیری کرده‌اند. نتیجه این آزمایش نشان می‌دهد که مقاومت برشی اتصال چوبهای معتدله با زیاد شدن وزن مخصوص و کم شدن pH چوب زیاد شده است؛ ولی رابطه معنی‌داری بین این دو عامل و اتصال رزین اوره-فرم‌آلدهید یا چوب گونه‌های حاره‌ای مشاهده نشده است. به علاوه قابلیت خیس شدن چوبهای معتدله در اثر کم شدن pH چوب کم شده است.

Greiber و Walters ، Chow (۱۹۷۱) با مطالعه pH تراشه رنده، خرده‌چوب، خاک لره و پوست پهن برگان و گیاهان غیرچوبی نشان داده‌اند که جداسازی الیاف در یک پالایشگر تحت فشار بخار آب توانایی کم یا زیاد کردن pH ضایعات را دارند. بنابراین پیشنهاد می‌کنند که انتخاب چسب مناسب ساخت تخته‌غیر و ام‌دی‌اف باید براساس اندازه‌گیری pH بعد از مرحله جداسازی الیاف باشد.

اگرچه اغلب مطالعات درباره اندازه‌گیری pH چوب به منظور تعیین تأثیر آن بر مقاومت اتصال رزین اوره-فرم‌آلدهید با چوب بوده است، ولی کوششهایی نیز در زمینه شناسایی تأثیر pH بر سایر فرآیندها به عمل آمده است.

Moslemi و Hachmi (۱۹۹۰) به کمک اندازه‌گیری pH، موارد استخراجی و ظرفیت بافرکنندگی چوبهای مختلف، تأثیر این عوامل بر هدایت کردن سیمان-چوب را مشخص و بر مبنای آن چوبها را به دو گروه تقسیم کرده‌اند. نامبردگان همخوانی چوب با سیمان را تحت تأثیر چهار عامل متغیر، میزان مواد استخراجی محلول در آب گرم، pH، ظرفیت بافرکنندگی قلیایی و نسبت ظرفیت بافرکنندگی اسیدی به قلیایی (ABR) می‌دانند. گونه‌های با میزان مواد استخراجی زیادتر از ۷ درصد و مقدار ABR کمتر از ۲/۵ برای ساخت چوب-سیمان نامناسب است و در خارج از این محدوده همخوانی بین چوب و سیمان قرار می‌گیرد.

Lahdy (۱۹۷۲) به دلیل تأثیر pH چوب بر فرآیندهای مختلف تشکیل اتصال، با استفاده از آمونیاک سعی کرده است pH چوب را تغییر دهد. نامبرده چوب راش، صنوبر و دالک را تحت تأثیر تحمل یا کاک آمونیاک، آمونیاک محلول و محلول ۲۵ درصد آمونیاک

سابقه تحلیلی

فرآیند تشکیل اتصال بین ذرات چوب و رزین اوره - فرم‌آلدهید تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد که در آن میان، عوامل مربوط به ماده اولیه از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردارند. با توجه به اینکه فرآیند سخت و گلیکول شدن این رزین در شرایط اسیدی اتفاق می‌افتد به ناچار عوامل شیمیایی چوب و به ویژه شرایط اسیدی یا به عبارت دیگر pH چوب نقش تعیین‌کننده‌ای بر نحوه انجام واکنش و مقاومت اتصال بین چوب و رزین اوره فرم‌آلدهید ایفا می‌کند. بنابراین تحقیقات زیادی در زمینه شناخت نحوه تأثیر pH و ظرفیت بافرکنندگی چوبها بر مقاومت اتصال صورت گرفته است.

Paulitsch و Chen (۱۹۷۲) مقدار و طبیعت موارد استخراجی و pH چوب، سوزن‌های درختان نوئل و کاج در سین مختلف را با هدف بررسی امکان استفاده از تمام اجزاء درخت در تولید تخته‌خرده چوب اندازه‌گیری کرده است. نامبردگان پس از ساخت تخته‌خرده چوب دریافته‌اند که مقاومت اتصال رزین اوره - فرم‌آلدهید از مخلوط تمام اجزاء درخت این گونه‌ها کمتر از چوب تنها بوده و پایداری ابعادی آن‌ها زیادتر است. مشکلات مربوط به اتصال در تخته‌خرده چوب ساخته شده از تمام اجزاء درخت را تحت تأثیر چربها، پارافین‌ها و روغنهای موجود در پوست و سوزن‌ها می‌دانند. از طرف دیگر آزاد شدن فرم‌آلدهید از تخته‌های با پوست و سوزن کمتر بوده است.

Schilling و Kehr (۱۹۶۵) نیز سعی کردند تأثیر pH چوب بر مقاومت اتصال رزین اوره - فرم‌آلدهید را در ساخت تخته‌خرده‌چوب بشناسند و با انتخاب چوب گونه‌های مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ دریافته‌اند که چوب دو گونه *Ulmus carpinafolia* و *P. nigra* به علت میزان pH زیاد مشکلائی را در سخت و گیراشدن رزین بوجود آورده‌اند که با افزودن مقادیر زیادتر سخت‌کننده قابل رفع شدن نبوده است.

Simanupang و Kubel (۱۹۹۲) اندازه‌گیری pH سطح چوب در اثر خشک‌کردن و تخریب قارچی را مد نظر قرار داده‌اند. نامبردگان روکشهای نوئل *(Picca abies)* و صنوبر را که با روشهای مختلف (هوا، حلال و اتومر) خشک شده‌اند در معرض تخریب قارچی قرار داده‌اند.

پس از آن pH سطح روکشها را اندازه‌گیری و مشخص کرده‌اند که با زیاد شدن زمان و درجه خشک کردن و زیاد شدن زمان تأثیر قارچ، میزان pH سطح چوب کم شده است. این پدیده بر کم شدن مقاومت اتصال بین رزین اوره-فرم‌آلدهید و روکش مؤثر خواهد بود. Osanady و Fodor (۱۹۷۸) رابطه بین میزان تخریب و pH عصاره چوب راش را

کمترین pH مربوط به درون‌چوب گونه *Q. sessiliflora* معادل 3/14 بوده و درون‌چوب گونه *P. nigra* در حد 7/39 زیادترین pH را نشان می‌دهد. Valente (1975) میزان pH چوب 69 گونه پهن‌برگ و 8 گونه سوزنی‌برگ آرژانتین را بین 2/9 تا 7 گزارش کرده است.

Wong (1980) اطلاعات مربوط به pH و چگالی 138 گونه بومی و 12 گونه خارجی مائزی را به صورت جدولی تنظیم کرده است. طبق نتایج Wong اغلب چوبها بین 4/0 تا 9/0 اندازه‌گیری شده و کمترین pH برابر با 3/7 مربوط به چوب *Eugenia fastigiata* و زیاده‌ترین مسیزان pH برابر با 9/9 مربوط به درختی از گونه *Scaphium linearicarpum* بوده است.

Johns و Guevara (1981) تغییرات pH و ظرفیت بافرکنندگی درون‌چوب کاج اوکاریا از چند استان کشور هندوراس را اندازه‌گیری و گزارش کرده‌اند. در این گزارشها تغییرات قابل ملاحظه‌ای در pH درون‌چوب نمونه‌های استانهای مختلف مشاهده نشده است، ولی با زیادشدن ارتفاع نمونه از کثرت میزان pH چوب زیاد شده است. تغییرات در ظرفیت بافرکنندگی چوب استانهای مختلف معنی‌دار نبوده است. در مطالعه دیگری که به وسیله San و Gao، Yin (1982) درباره چوب کاج *P. masoniana* انجام داده است نشان داده شده است که pH عصاره چوب این کاج 5/33 بوده و اختلاف قابل ملاحظه‌ای در pH چوب تهیه شده از ارتفاع مختلف یک پایه یا بین پایه‌های مختلف مشاهده شده است.

Gao و Wong، Yin (1982) pH و ظرفیت بافرکنندگی چوب هیبریدهای مختلف صنوبر را به این شرح گزارش می‌کنند. pH هیبریدهای 1-6351، 1-6955، 1-7258 و *P. tomentosa* را به ترتیب 7/13، 6/71، 6/81 و 6/51 گزارش کرده‌اند که نزدیک به pH قلبی است. به علاوه ظرفیت بافرکنندگی یک لیتر محلول عصاره را نیز گزارش کرده که به علت مشخص نبودن روش کار از بیان آن اجتناب می‌کنیم. Paramowaran (1974) تغییرات pH 15 گونه جارهای را بین 4/2 تا 6/6 گزارش کرده است که pH چوب همان گونه‌ها معمولاً کمتر از pH پوست است.

Nizzi و Johns (1980) در بررسی جامعی بر روی pH و ظرفیت بافرکنندگی چوب چندین گونه پهن‌برگ و سوزنی‌برگ و تأثیر آن بر زمان زلشدن رزین اوره - فرم آلدهید همان می‌کنند که محدوده pH چوبهای پهن‌برگ بین 2 تا 5/68، محدوده pH چوبهای

قرار داده و پس از آن به اندازه‌گیری pH چوبها اقدام کرده است. نتایج این بررسی نشان داده است که تیمار با آمونیاک pH چوبهای با طبیعت اسیدی را تا حد حثی زیاد کرده، ولی pH چوبهای با طبیعت قلیایی بدون تغییر مانده یا تغییری جزئی داشته است. به علاوه کم‌شدن pH در اثر خشک‌کردن در مورد چوبهای تیمار شده زیادتر از چوبهای بدون تیمار آمونیاک بوده است. در همین راستا Bjorman و Nustbaum (1991) خرده‌چوبهای ریز را تحت تأثیر متابورات سدیم و هیدروکسید کلسیم قرار داده و بدین طریق به زیادشدن طولانی مدت pH سطح چوب دست یافته‌اند. ولی زیادشدن pH چوب در اثر استفاده از کربنات سدیم کوتاه‌مدت بوده است. تیمار عمیق بیرون‌چوب خشک کاج با محلول 2/5 درصد متابورات سدیم آرز برای مدت دو ماه در مقابل رشد قارچ مقاوم کرده است. ولی تیمار چوب تر هیچ‌گونه حفاظتی را در مقابل پوسیدگی آبی و قارچ‌زدگی بوجو نیاورده است. Li و Peng (1983) رابطه‌ای قوی بین زمان زلشدن رزین اوره - فرم آلدهید را در حضور آرز چوب با ظرفیت بافرکنندگی و pH عصاره رقیق 21 گونه چوب مشخص کرده است.

با توجه به نقش تعیین‌کننده ظرفیت بافرکنندگی و pH چوب بر مقاومت اتصال رزین اوره - فرم آلدهید با چوب و سایر فرآیندهای اتصال و همچنین تأثیر آن بر میزان خوردگی تجهیزات کوشتهای زیادی در اندازه‌گیری ظرفیت بافرکنندگی و pH چوبها مختلف بعمل آمده و به صورت جدول گزارش شده‌اند.

اولین بار Gray در سال 1958 با اندازه‌گیری pH خاک اره 126 گونه پهن‌برگ و 21 گونه سوزنی‌برگ نشان داد که میانگین pH تمام گونه‌ها در حد اسیدی بوده و در بین آنها چوب گونه *Arucaria angustifolia* یک استثنا بوده و در مورد محدودی pH چوب در حد قلیایی بوده‌است.

تغییراتی به میزان 3 واحد در pH یک گونه مشاهده شده و 50 درصد گونه‌های مورد بررسی به اندازه کافی اسیدی هستند تا قادر به تسریع خوردگی فلزات در شرایط مرطوب باشند. Li و Hsiang (1963) در مطالعه دیگری، pH 25 گونه شامل 6 گونه سوزنی‌برگ و 39 گونه پهن‌برگ بومی چین را اندازه‌گیری کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده است که pH اغلب چوبها بین 2 تا 6 بوده و pH چوب *P. cathayana* بین 7/5 تا 8 اندازه‌گیری شده است. چوب دو گونه *P. euphratica* و *P. savatana* از pH کمتر از 2/0 برخوردار بودند. محققان لیستار (Zenkerler, Wozniak 1965) مقادیر

مستقیم تحت تأثیر pH چوب و به طور معکوس تحت تأثیر ظرفیت بافرکنندگی اسیدی قرار دارد.

کارگرفرد (۱۳۷۳) اثر pH چوب را از طریق انتخاب ۵ گونه چوب جنگلی شمال کشور بر مقاومت رزین اووه-فرم آلدهید مورد بررسی قرار داده و به نتایج جالبی دست یافته است.

هدف

pH و ظرفیت بافرکنندگی چوبهای مختلف متفاوت است و پدیده‌های چسبندگی چوب تحت تأثیر pH و ظرفیت بافرکنندگی قرار دارند. به همین دلیل طراحی چسبهای چوب براساس ظرفیت بافرکنندگی انجام می‌گیرد. با توجه به اینکه تاکنون pH و ظرفیت بافرکنندگی چوبهای صنعتی جنگلهای شمال کشور اندازه‌گیری نشده‌اند، به منظور فراهم کردن اطلاعات اولیه مورد نیاز میزان pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی چوبهای صنعتی جنگلهای شمال کشور اندازه‌گیری می‌شود.

در این بررسی از روش عصاره‌گیری از چوب و تعیین pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی Niazzi و Johns (۱۹۸۰) استفاده شده است. بدین منظور از چوب گونه‌های مختلف پهن‌برگ جنگلهای شمال نمونه‌برداری شده و نمونه‌ها به آزمایشگاه تحقیقات علوم چوب و کاغذ مؤسسه انتقال یافته است. گونه‌های مورد بررسی شامل راش، ممرز، افرا، بلوط، انجیلی، ملج، خرمنندی، نمدار و توسکا بوده است.

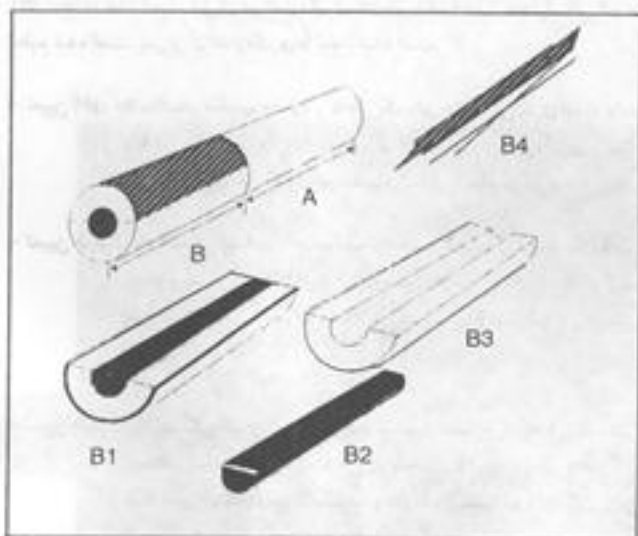
- آماده‌سازی نمونه‌ها:

پس از انتقال چوبهای کاتین به آزمایشگاه، ابتدا هر نمونه به دو قسمت A و B بریده شده و از یک قطعه کامل، مخلوط آرد چوب شامل پوست درون‌چوب و برون‌چوب تهیه گردیده (قطعه A شکل ۱). قطعه دیگر در جهت طولی بدو نیم تقسیم شده و پوست یک نیمه جدا شده و بعد آرد چوب پوست (B₄) و مخلوط درون‌چوب و برون (B₁) چوب تهیه شده است (قطعه B - شکل ۱). برای تهیه جداگانه آرد چوب از درون‌چوب و برون‌چوب از قطعه B شکل ۱ استفاده شده است. در این حالت ابتدا درون‌چوب (B₂) و برون‌چوب (B₃) (در صورت امکان تفکیک) جدا شده و بعد به آرد چوب تبدیل شده‌اند. جهت تهیه آرد چوب، هر قسمت را به‌طور جداگانه در هوای آزاد خشک کرده و پس از خشک شدن پوشال چوب تهیه شده و این پوشالها در یک دستگاه آسیای چکنشی به آرد چوب تبدیل شده‌اند. هر یک از نمونه‌ها پس از تبدیل به آرد چوب به‌طور جداگانه در یک کیسه پلاستیکی نگهداری شدند.

- عصاره‌گیری:

برای تعیین pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی، از عصاره محلول در آب گرم استفاده شده است. جهت تهیه عصاره ابتدا ۲۵ گرم (مبتنا خشک) آرد چوب را در یک بالن ژوژه ریخته و ۲۵۰ سانتیمتر مکعب آب مقطر به آن اضافه کرده‌ایم. بالن را روی اجاق قرار داده و برای مدت ۲۰ دقیقه می‌جوشانیم. در طی این مدت از یک میرد استفاده می‌شود.

پس از پایان مرحله جوشاندن، با استفاده از کاغذ صافی شماره یک و مکش محلول را صافی کرده و محلول عبور کرده از صافی را جمع‌آوری می‌کنیم. محلول بدست آمده را در محیط آزمایشگاه خشک کرده و عملیات تیره کردن را انجام می‌دهیم.



شکل ۱- روش تهیه نمونه از قسمت‌های مختلف گرده بینه

اندازه‌گیری pH ظرفیت بافرکنندگی

برای اندازه‌گیری pH و ظرفیت بافرکنندگی از یک دستگاه pH متر مدل metrohm 691 استفاده شده است. قبل از هر اندازه‌گیری pH متر با استفاده از محلول بافر ۴ و ۷ تنظیم شده است. پس از آن اندازه‌گیری‌ها انجام شده است.

- تعیین pH: ۵۰ سانتیمتر مکعب عصاره را داخل یک بشر ۱۵۰ میلی‌لیتری انتقال داده و با قراردادن الکترود pH متر، میزان pH محلول را اندازه‌گیری و ثبت می‌کنیم و بعد اندازه‌گیری ظرفیت بافرکنندگی انجام می‌گیرد.

- تعیین ظرفیت بافرکنندگی اسیدی: ۵۰ سانتیمتر مکعب عصاره را داخل یک بشر ریخته و پس از ثبت pH، با افزودن محلول ۰/۰۲۵ نرمال NaOH و ثبت تغییرات pH، میزان معرف NaOH تا رسیدن به pH برابر ۷ را تعیین می‌کنیم.

- تعیین ظرفیت بافرکنندگی قلیایی: ۵۰ سانتیمتر مکعب عصاره را داخل یک بشر ریخته و پس از ثبت pH، با افزودن محلول ۰/۰۲۵ نرمال H_2SO_4 و ثبت تغییرات pH، میزان مصرف H_2SO_4 تا رسیدن به pH برابر ۳ را تعیین می‌کنیم.

در تعیین ظرفیت بافرکنندگی محلول اسیدی یا قلیایی دقیق را به دفعات و هر دفعه به مقدار یک میلی‌متر به عصاره اضافه کرده و بهم می‌زنیم.

- محاسبات:

$$0/025 \times (\text{حجم NaOH مصرفی تا رسیدن به pH برابر ۷}) = \text{ظرفیت بافرکنندگی اسیدی}$$

(معادل اسید یک گرم آرد چوب)

$$0/025 \times (\text{حجم NaOH مصرفی تا رسیدن به pH برابر ۳}) = \text{ظرفیت بافرکنندگی قلیایی}$$

(معادل قلیایی یک گرم آرد چوب)

ظرفیت بافرکنندگی قلیایی + ظرفیت بافرکنندگی اسیدی = کل ظرفیت بافرکنندگی

pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی چوب ۹ گونه صنعتی از جنگلهای شمال کشور اندازه گیری و در جدول شماره یک خلاصه شده است. در جدول شماره یک pH و ظرفیت بافرکنندگی چوبهای مورد بررسی به تفکیک پوست، درون چوب، برون چوب، مخلوط چوب (درون چوب و برون چوب) و همچنین تمام چوب (مخلوط و درون چوب، برون چوب و پوست) ارائه شده است. با توجه به اینکه کلیه چوبهای مورد بررسی دارای درون چوب و برون چوب مشخص نبودند بنابراین فقط اندازه گیری عوامل مورد بررسی در مورد چوبهای ملج، خرمندی و بلوط انجام گرفته است.

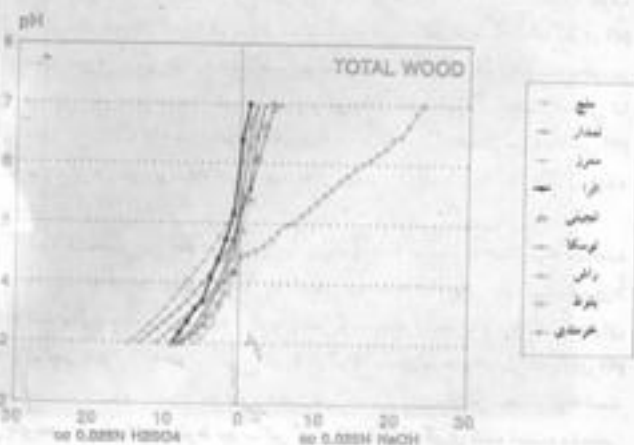
تغییرات ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی چوبهای مورد بررسی به تفکیک پوست، درون چوب، برون چوب، مخلوط چوب و تمام چوب در شکلهای ۲ تا ۹ ترسیم شده است.

pH - میزان pH تمام چوب گونه های مورد بررسی بین حداقل ۲/۲۲ در مورد چوب گونه بلوط تا حداکثر ۶/۰۵ در مورد چوب گونه افرا متغیر است. اندازه گیری pH گونه های مورد بررسی نشان دهنده تغییرات گسترده در این ویژگی چوب است. به طوری که در میان چوبهای صنعتی شمال کشور از گونه های نسبتاً اسیدی بلوط و انجیلی تا گونه های نزدیک به pH خنثی افرا و ملج وجود دارند. در میان گونه های مورد بررسی pH چوب پنج گونه راش، توسکا، خرمندی، نمدر و معرز بین ۵ تا ۵/۵ اندازه گیری شده است.

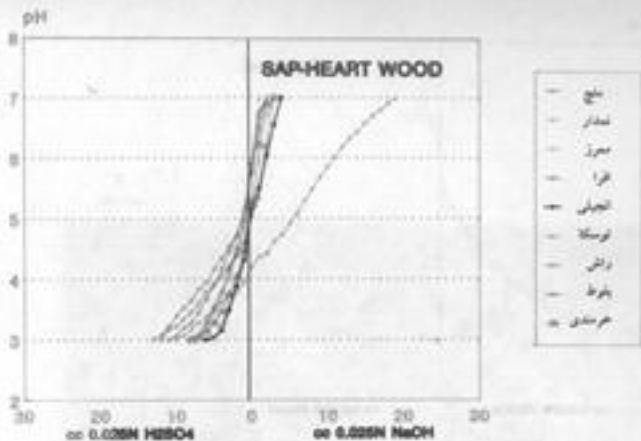
رابطه مشخصی بین pH قسمتهای چوب یک گونه با تمام چوب همان گونه مشاهده نشده است. به عبارت دیگر در صورت اسیدی بودن pH تمام چوب یک گونه، ضرورتاً pH قسمتهای مختلف چوب همان گونه شامل پوست، درون چوب و برون چوب دارای pH کم نخواهند بود. به عنوان مثال در مورد دو گونه اسیدی بلوط و انجیلی که دارای pH کم هستند، pH پوست گونه انجیلی به مقدار ۲/۵ کمتر از pH تمام چوب همان گونه است و با توجه به اینکه pH مخلوط چوب این گونه ۵/۲۶ اندازه گیری شده است، مشخص می شود که کم بودن pH تمام چوب انجیلی تحت تأثیر پائین بودن pH پوست این گونه است. ولی در مورد چوب گونه بلوط شرایط مشابهی نداریم. بلکه pH تمام چوب بلوط معادل ۲/۲۲ اندازه گیری شده است در صورتی که pH پوست این گونه ۵/۱۸ بوده است. با توجه به اینکه pH مخلوط چوب گونه بلوط ۲/۳۰ اندازه گیری شده است، نشان می دهد که اسیدی بودن چوب بلوط به دلیل وجود پوست نبوده، بلکه چوب این گونه

pH کمس دارد. به علاوه اندازه گیری درون چوب و بیرون چوب بلوط نشان می دهد که درون چوب بلوط دارای pH برابر ۴/۲۰ و بیرون چوب دارای pH ۴/۷۷ است. این دو اندازه گیری مشخص می کنند که pH اسیدی چوب بلوط به دلیل وجود مواد استخراجی اسیدی مخصوصاً تان ها در درون چوب بلوط است.

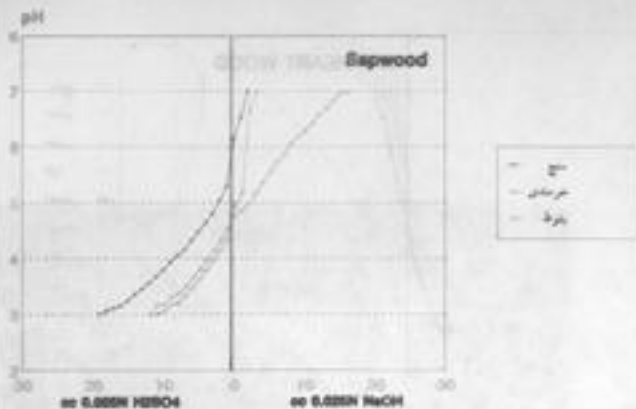
در مورد سایر گونه ها نیز با پدیده مشابهی مواجه هستیم. به طوری که در مورد بعضی از گونه ها، pH پوست از pH تمام چوب کمتر بوده و در مورد گونه های دیگر عکس آن پدیده مشاهده می گردد. به عنوان مثال pH پوست گونه های راش، ملج، توسکا و لمدار از pH تمام چوب این گونه ها کمتر بوده که نشان دهنده وجود مواد استخراجی با ماهیت اسیدی در پوست این گونه ها است.



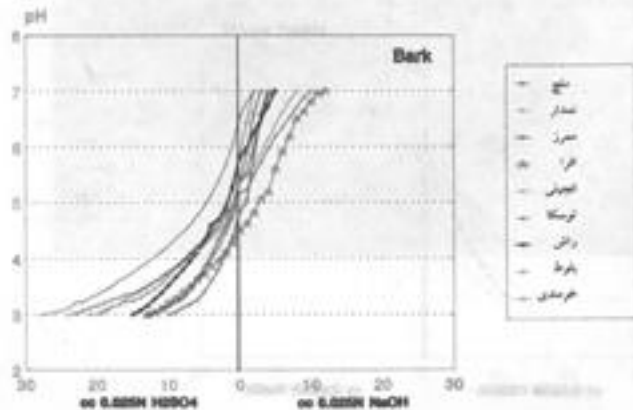
شکل ۲- ظرفیت بافرکنشگی اسیدی و قلیایی تمام چوب گونه های صنعتی ایران



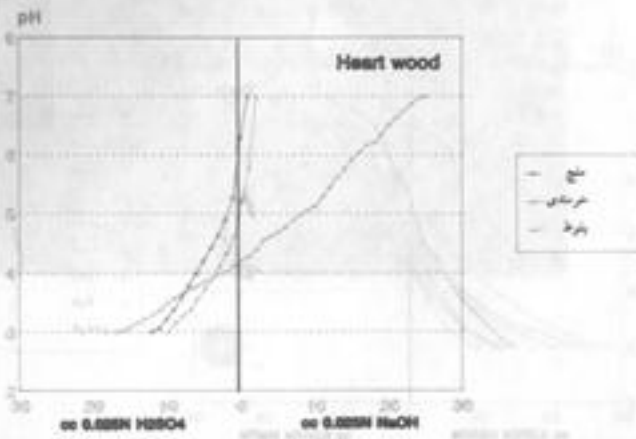
شکل ۳- ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی مخلوط چوب گونه‌های صنعتی ایران



شکل ۵- ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی برون چوب گونه‌های صنعتی ایران



شکل ۴- ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی پوست چوب گونه‌های صنعتی ایران



شکل ۶- ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی درون چوب گونه‌های صنعتی ایران

در صورتی که pH پوست گونه‌های افرا، خرمندی و ممز زیادتر از pH تمام‌چوب این گونه‌ها است.

به‌علاوه برخلاف انتظار pH درون‌چوب تمام گونه‌های مورد بررسی کمتر از برون‌چوب همان گونه‌ها بوده است. در مورد سه گونه ملج، خرمندی و بلوط که دارای درون‌چوب و برون‌چوب مشخص بوده‌اند، pH برون‌چوب بلوط کمتر از درون‌چوب آن اندازه‌گیری شده و pH برون‌چوب دو گونه ملج و خرمندی کمتر از درون‌چوب همان گونه‌ها بوده است.

اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری مقدار pH چوب گونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که pH اغلب چوب‌های مورد بررسی در محدوده ۵ تا ۵/۵ است. به‌علاوه ارتباط مشخص بین pH پوست، درون‌چوب و برون‌چوب یا مخلوط چوب و تمام‌چوب این گونه‌ها وجود ندارد.

ظرفیت بافرکنندگی: ظرفیت بافرکنندگی اسیدی یا به عبارت دیگر میزان NaOH نرمال مورد نیاز تا رسیدن به pH عصارهٔ یک گرم چوب به ۷ و همچنین ظرفیت بافرکنندگی قلیایی معادل میزان H_2SO_4 نرمال مورد نیاز برای کم کردن pH عصاره یک گرم چوب تا مقدار ۳ اندازه‌گیری در جدول شماره یک خلاصه شده است. تغییرات pH عصارهٔ چوب در اثر افزودن NaOH یا H_2SO_4 ۰/۲۵ نرمال نیز در شکلهای ۲ تا ۶ ترسیم شده است. پانوجه به اینکه هر یک از شکلهای ۲ تا ۶ نشان‌دهندهٔ تغییرات pH مجموعه ۹ گونه چوبی است، اطلاعات مربوط به تغییرات pH هرگونه به تفکیک پوست، درون‌چوب، برون‌چوب، مخلوط‌چوب و تمام‌چوب نیز در شکلهای ضمیمه ترسیم شده است.

ظرفیت بافرکنندگی اسیدی چوب گونه‌های مورد بررسی بین حداقل ۰/۰۰۲۶ سانتیمتر مکعب سودسوزآور یک‌نرمال بری یک گرم چوب افرا تا حداکثر ۰/۱۲۸۱ سانتیمتر مکعب سودسوزآور یک نرمال برای یک گرم چوب بلوط متغیر بوده است. میزان ظرفیت بافرکنندگی اسیدی این چوب‌ها متناسب با pH همان چوب‌ها بوده و هرچه مقدار pH چوب زیادتر باشد ظرفیت بافرکنندگی آن کمتر است. که البته این رابطه در مورد تمام چوب صادق نیست. زیرا ظرفیت بافرکنندگی اسیدی چوب نمدار با pH برابر ۵/۳۷ معادل ۰/۰۲۱۸ سانتیمتر مکعب سودسوزآور یک نرمال بیشتر از ظرفیت بافرکنندگی اسیدی چوب انجیلی برابر ۰/۰۱۹۵ اندازه‌گیری شده است. ولی در مورد سایر گونه‌ها با زیاد شدن pH ظرفیت بافرکنندگی اسیدی کم شده است. در بین گونه‌های مورد بررسی زیادترین ظرفیت بافرکنندگی اسیدی مربوط به گونه اسیدی بلوط است. علت زیاد بودن ظرفیت بافرکنندگی اسیدی این گونه حالت تانینونی خاص این گونه است.

جدول شماره یک - pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی چوب‌های صنعتی ایران

دندگی	گونه‌چوب	پوست	برون‌چوب	درون‌چوب	مخلوط	تمام‌چوب
pH	انجیلی	۲/۵	-	-	۵/۲۶	۲/۸۸
	راش	۵/۲۱	-	-	۵/۷۶	۵/۵۱
	ملج	۵/۸۶	۶/۰۲	۶/۲۸	۵/۸۵	۶/۰۲
	توسکا	۲/۸۳	-	-	۵/۹۱	۵/۲۷
	خرمندی	۵/۳۸	۲/۹۵	۵/۲۱	۵/۰۳	۵/۲۳
	نمدار	۵/۸۰	-	-	۵/۱۶	۵/۳۷
	بلوط	۵/۱۸	۲/۷۷	۲/۳۰	۲/۳۰	۲/۲۲
	ممز	۵/۳۶	-	-	۵/۱۹	۵/۱۹
	انجیلی	۰/۰۵۷۹	-	-	۰/۰۱۱۸	۰/۰۱۹۵
	راش	۰/۰۱۲۸	-	-	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۸۷
ظرفیت بافرکنندگی اسیدی*	افرا	۰/۰۰۷۷	-	-	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۲۶
	ملج	۰/۰۱۲۹	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۶۳
	توسکا	۰/۰۱۸۵	-	-	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۸۲
	خرمندی	۰/۰۲۰۹	۰/۰۱۶۹	۰/۰۰۹۹	۰/۰۱۳۷	۰/۰۱۳۲
	بلوط	۰/۰۵۱۳	۰/۰۸۱۵	۰/۱۳۳۵	۰/۱۸۲۲	۰/۱۲۸۱
	ممز	۰/۰۳۸۹	-	-	۰/۰۱۲۹	۰/۰۱۳۱
	انجیلی	۰/۰۶۲۰	-	-	۰/۰۳۲۵	۰/۰۳۷۳
	راش	۰/۰۵۲۹	-	-	۰/۰۲۸۱	۰/۰۳۸۱
	افرا	۰/۱۳۵۲	-	-	۰/۰۳۰۹	۰/۰۲۲
	ملج	۰/۰۹۶۱	۰/۰۰۹۰۶	۰/۰۰۵۷۵	۰/۰۶۸۰	۰/۰۷۶۸
ظرفیت بافرکنندگی قلیایی**	توسکا	۰/۰۳۹۲	-	-	۰/۰۳۷۸	۰/۰۳۷۲
	خرمندی	۰/۱۰۸۰	۰/۰۵۷۸	۰/۰۲۱۱	۰/۰۶۲۳	۰/۰۶۷۵
	نمدار	۰/۰۲۱۹	-	-	۰/۰۲۱۵	۰/۰۳۱۰
	بلوط	۰/۰۵۳۹	۰/۰۵۰۱	۰/۰۹۱۱	۰/۰۵۲۲	۰/۰۵۵۶
	ممز	۰/۱۰۱۷	-	-	۰/۰۲۵۸	۰/۰۳۲۵

* مصرف NaOH نرمال تا رسیدن به pH برابر ۷ برای یک گرم چوب

** مصرف H_2SO_4 نرمال تا رسیدن به pH برابر ۳ برای یک گرم چوب

که در شکل شماره دو نشان داده شده است.

ظرفیت بافرکنندگی اسیدی پوست گونه‌های مورد بررسی زیادتر از تمام چوب و مخلوط همان گونه است. به طوری که در مواردی ظرفیت بافرکنندگی اسیدی پوست یک گونه به حدود سه برابر تمام چوب همان گونه و ۵ برابر مخلوط چوب همان گونه اندازه گیری شده است. ظرفیت بافرکنندگی اسیدی تمام چوب مخلوط چوب و پوست گونه انجیلی به ترتیب $0/0195$ ، $0/0118$ و $0/0579$ سانتیمتر مکعب سودسوزآور یک نرمال برای یک گرم چوب تعیین شده است که مؤید نظر فوق است. البته پدیده فوق در مورد سایر گونه‌ها صادق نبوده، بلکه در مورد گونه بلوط با حالت دیگری مواجه هستیم. زیرا ظرفیت بافرکنندگی اسیدی پوست چوب بلوط کمتر از تمام چوب و مخلوط چوب همان گونه اندازه گیری شده است. ظرفیت بافرکنندگی تمام چوب، مخلوط چوب و پوست گونه بلوط به ترتیب $0/1281$ ، $0/1822$ و $0/0513$ سانتیمتر مکعب سودسوزآور برای یک گرم آرد چوب است.

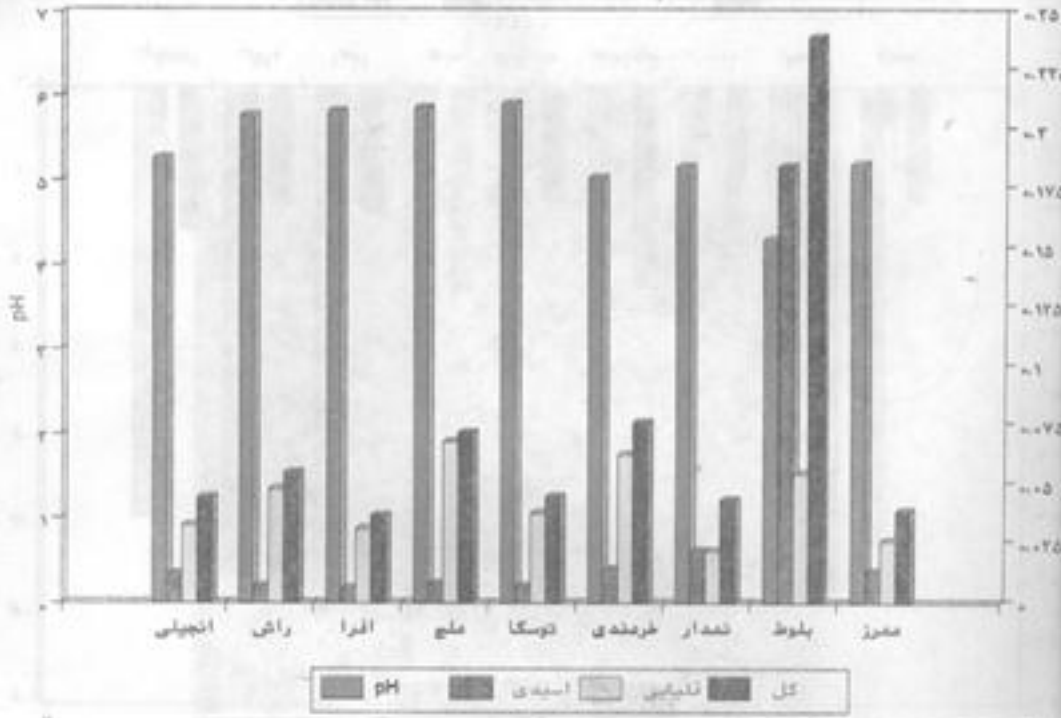
رابطه غیرمستقیمی بین ظرفیت بافرکنندگی اسیدی درون چوب و برون چوب با pH آن وجود دارد. به طریقی که با کم شدن pH چوب ظرفیت بافرکنندگی زیاد شده است. نکته قابل توجه در مورد ظرفیت بافرکنندگی اسیدی چوبهای مورد بررسی ویژگی افزودنی بودن آن است. به این ترتیب که در اثر کم شدن ظرفیت بافرکنندگی اسیدی پوست، افزوده شدن پوست به مخلوط چوب ظرفیت بافرکنندگی چوب یک گونه کم شده است. و با درآوردن زیاد شدن ظرفیت بافرکنندگی پوست یک گونه، ظرفیت بافرکنندگی تمام چوب همان گونه زیاد شده است.

باتوجه به اینکه ظرفیت بافرکنندگی قلیایی چوب میزان سود اسیدسولفوریک یک نرمال مورد نیاز برای کم شدن pH عصاره یک گرم چوب تا مقدار ۳ است. بنابراین در اثر کم شدن pH چوب ظرفیت بافرکنندگی قلیایی آن کم می‌شود. بنابراین همان‌طور که در جدول شماره یک مشخص است ظرفیت بافرکنندگی قلیایی چوبهای با pH بین ۵/۵ تا ۵/۵ بیش از ظرفیت بافرکنندگی چوب بلوط و انجیلی با pH ۴/۵ است. البته در این مورد دو استثناء وجود دارد. زیرا گونه بلوط با pH برابر ۴/۴۴ دارای ظرفیت بافرکنندگی قلیایی $0/0559$ سانتیمتر مکعب برای یک گرم چوب است که این مقدار بیشتر از ظرفیت بافرکنندگی قلیایی نمدار، نوسکا، راش و افرا با pH بیش از ۵ و حتی بیش از ۵/۵ است. در مورد ظرفیت بافرکنندگی قلیایی نیز pH چوب تعیین کننده ظرفیت بافرکنندگی قلیایی نیست، بلکه حالت نامیون کنندگی مواد استخراجی موجود در چوب نقش مهمتری دارد. به علاوه اگرچه pH پوست اغلب گونه‌های مورد بررسی کمتر از pH مخلوط چوب و تمام چوب همان گونه‌ها است، ولی کم بودن pH پوست مؤید کمتر بودن ظرفیت بافرکنندگی قلیایی نیست، بلکه در مواردی پوست یک گونه با pH کمتر دارای ظرفیت

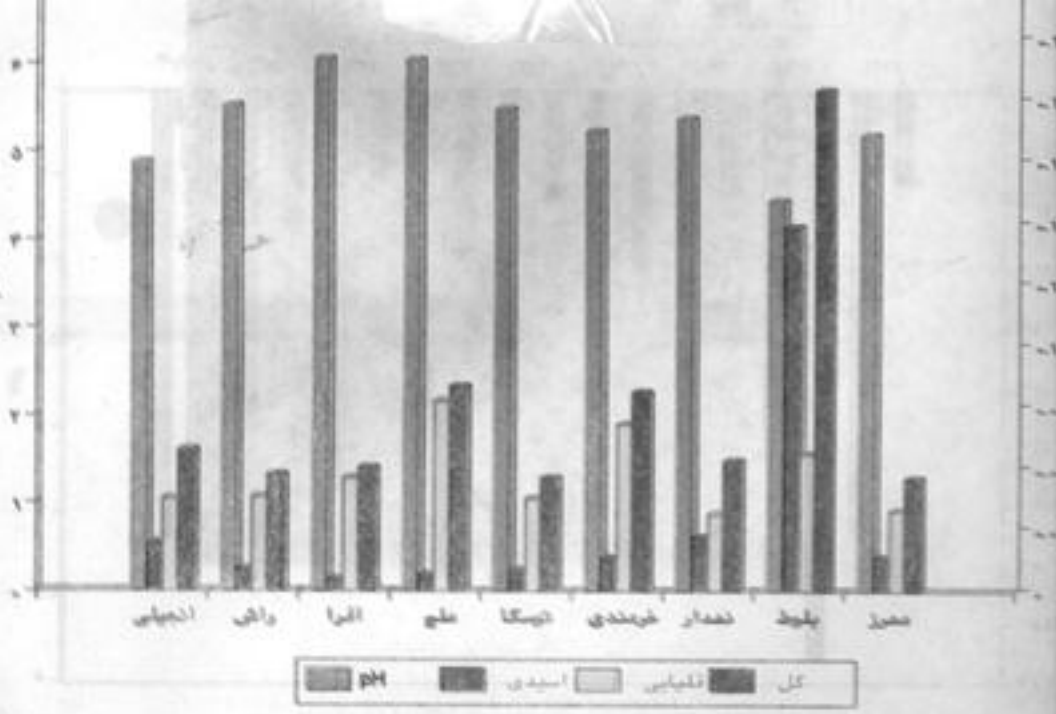
بافرکنندگی قلبایی زیادتری است که پدیده فوق نیز تأییدکننده تأثیر حالت نامیونکنندگی مواد استخراجی پوست است.

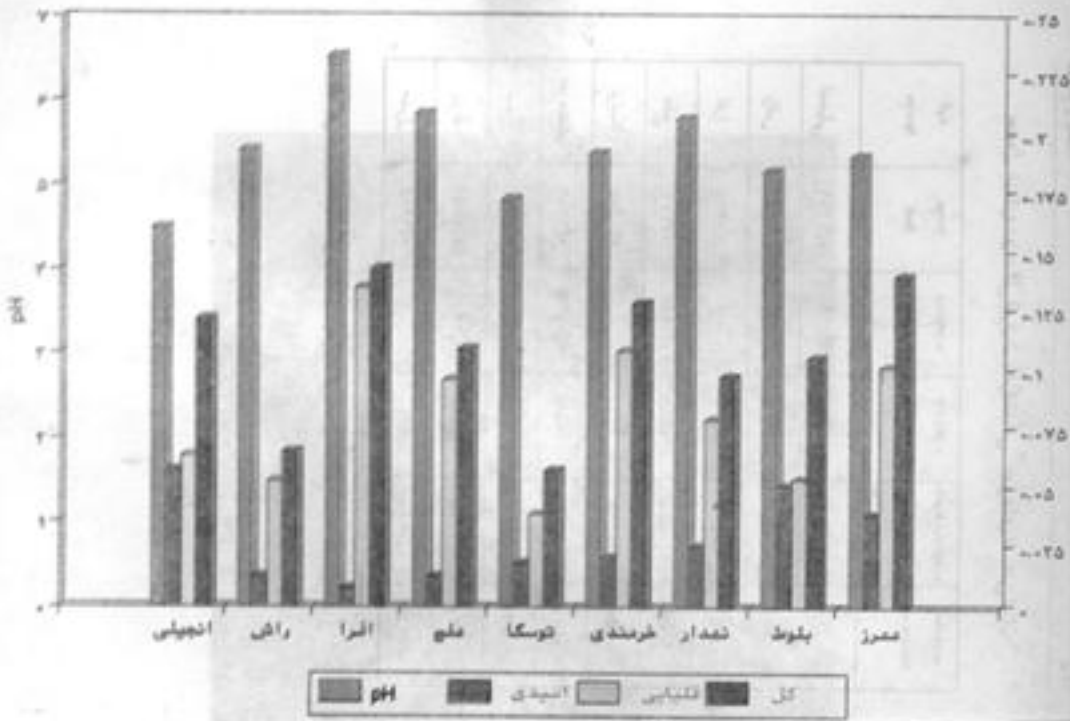
ظرفیت بافرکنندگی چسبهای مورد بررسی به تفکیک پوست، درون چوب، برون چوب، مخلوط چوب و تمام چوب محاسبه و در جدول شماره دو خلاصه شده است (ظرفیت بافرکنندگی مجموع ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلبایی یک گونه است). ظرفیت بافرکنندگی نیز رابطه مشخصی با pH چوب نشان نداده و تغییر آن با ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و ظرفیت بافرکنندگی قلبایی مشابه است.

شکل ۷-۸. ظرفیت بافرکنندگی اسیدی، القایی و کل تمام چهره‌های گوناگونی استان آذربایجان



شکل ۸-۸: ظرفیت بازرگانی اسیدی، قلیایی و کل معالجه چوب گزبه های صنعتی ایران





جدول شماره دو - کل ظرفیت بافرکنندگی* چوبهای صنعتی ایران

انواع چوب Woodkind	مخلوط درون چوب درون چوب Sap + heartwood	درون چوب heartwood	برون چوب Sapwood	پوست Bark	گونه Species
۰/۰۵۶۸	۰/۰۲۲۳			۰/۱۲۱۹	انجیلی
۰/۰۲۶۸	۰/۰۵۲۷			۰/۰۶۵۷	راش
۰/۰۵	۰/۰۳۶۶			۰/۱۲۳۱	افرا
۰/۰۸۳	۰/۰۷۵۷	۰/۰۵۹۸	۰/۰۹۸۴	۰/۱۰۹	ملج
۰/۰۲۵۶	۰/۰۲۲۲			۰/۰۵۷۷	توسکا
۰/۰۸۰۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۱	۰/۰۷۲۷	۰/۱۲۸۹	خرمندی
۰/۰۵۲۸	۰/۲۳۱			۰/۰۹۷۳	نمشار
۰/۲۰۳۷	۰/۲۳۸۸	۰/۲۱۲۶	۰/۱۳۱۶	۰/۱۰۵۲	بلوط
۰/۰۲۵۶	۰/۰۲۸۷			۰/۱۲۰۶	ممرز

* کل ظرفیت بافرکنندگی = ظرفیت بافرکنندگی قلبی ظرفیت = بافرکنندگی اسیدی

pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی چوب گونه‌های صنعتی جنگلهای شمال کشور شامل انجیلی، راش، افرا، ملج، توسکا، خرمندی، نمدار، بلوط و معرز اندازه‌گیری شده است.

pH چوبهای مورد بررسی بین حداقل ۴/۴۴ برای گونه بلوط تا حداکثر ۶/۰۵ برای گونه افرا متغیر بوده است. pH چوب دو گونه انجیلی و بلوط کمتر از ۵ و pH دو گونه افرا ملج در حدود شش اندازه‌گیری شده و pH بقیه چوبهای مورد بررسی بین ۵ تا ۵/۵ متغیر بوده است.

اگرچه باید pH پوست کمتر از pH چوب باشد، ولی این مسئله در مورد تمام گونه‌ها صادق نیست و pH پوست بلوط و نمدار و خرمندی به ترتیب ۵/۱۸، ۵/۸۰ و ۵/۳۸ اندازه‌گیری شده، ولی pH مخلوط چوب (درون‌چوب و بیرون‌چوب) این گونه‌ها به ترتیب ۴/۳۰، ۵/۱۶ و ۵/۰۳ تعیین شده است که کمتر از pH پوست است. در مورد گونه‌های دیگر pH پوست کمتر از pH مخلوط چوب تعیین شده است. همچنین pH درون‌چوب گونه‌های ملج و خرمندی کمتر از pH برون‌چوب آنها بوده و pH درون‌چوب بلوط به علت وجود اسیدهای ناشی کمتر از برون‌چوب است. اطلاعات بدست آمده نشان می‌دهد که طبیعت اسیدی چوب بلوط به دلیل وجود اسیدهای ناشی درون‌چوب‌ین گونه بوده و طبیعت اسیدی چوب انجیلی از حالت اسیدی پوست این گونه ناشی است.

ظرفیت بافرکنندگی اسیدی چوبهای مورد بررسی بین حداقل ۰/۰۰۴۶ سانتیمتر مکعب معادل سودسوزآور نرمال برای هر گرم چوب برای گونه افرا تا حداکثر ۰/۱۴۸۱ سانتیمتر مکعب برای گونه بلوط متغیر است. ظرفیت بافرکنندگی اسیدی پوست گونه‌های مورد بررسی به استثناء بلوط زیادتز از چوب همان گونه‌ها تعیین شده است. این پدیده نشان‌دهنده حالت افزونی ظرفیت بافرکنندگی اسیدی چوب‌ها است. در موردی نظیر انجیلی ظرفیت بافرکنندگی پوست در حدود سه برابر ظرفیت بافرکنندگی مخلوط چوب بوده است.

ظرفیت بافرکنندگی قلیایی چوبهای مورد بررسی بین حداقل ۰/۰۳۱۰ سانتیمتر مکعب معادل اسیدسولفوریک نرمال برای هر گرم چوب تا حداکثر ۰/۰۷۶۸ سانتیمتر مکعب تعیین شده است. به علاوه ظرفیت بافرکنندگی قلیایی پوست این گونه‌ها زیادتز از

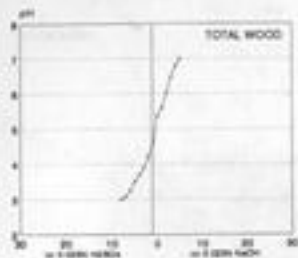
مخلوط چوب آنها بوده است.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که رابطه مستقیمی بین pH چوب و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی یا قلیایی وجود نداشته و pH کمتر لزوماً به مفهوم ظرفیت بافرکنندگی اسیدی زیادتر یا ظرفیت قلیایی چوب نیست. بنابراین از طریق اندازه‌گیری pH قادر به شناخت حالت اسیدی یا قلیایی چوب نیستیم، بلکه در طراحی چسبهای چوب، اندازه‌گیری دقیق ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی ضروری است. علت عدم وجود رابطه بین pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی چوب وجود موارد استخراجی با قدرت تامپونکنندگی متفاوت در پوست و چوب گونه‌های مختلف صنعتی است.

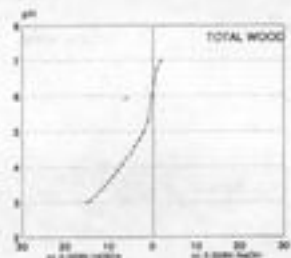
-کارگر فرد، ابوالفضل، ۱۳۷۳. اثر pH چوب بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرد چوب ساخته شده با چسب اوره- فرم‌آلدهید. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

- Bartel-Kornacka, E.T. 1967. Corrosion of iron by Ghana timbers. Wood 1967 32 (7): 39-42.
- Chen, T.Y, M. Paulitsch, 1974. Extractives of needles, bark and wood of spruce and pine and their effect on the properties of particleboard made from them. Holz-als-Roh-und Werk stop 1974 32(10): 397-401.
- Chow, P.,C.S. Walters, J.K. Guher, 1971. pH measurements of pressure refined plant fiber residues. For Prod. J. 1971 21(12):50-31
- Csanady, E.,T. Fodor, 1978. Comparison of methods suitable for the measurement of initial wood-rot. Faipar 1978 28(5):152-155
- Gray, V.R. 1958. Acidity of wood. Res. Rep. Timb. Developm. Aus.London 1958 No. C/R/R/1 14 pp.
- Guevara, M.R., W.E. John. 1981. Geographical and within-tree variation in heartwood pH of *Pinus occarpa schiede* from Honduras. Wood Science 1981 13(4):220-224.
- Hachmi, M., A.A. Mostemi, 1990. Effect of wood pH and buffering capacity on wood-cement compatibility. Holzforschung 1990 44(16): 425-430.
- Johns, W.E., K.A. Niazi-1980. Effect of pH and buffering capacity on the gelation time of urea formaldehyde resin. Wood and Fiber 12(4): 255-263
- Kehr, E., W. Schilling. 1495. Studies on the suitability of various species and categories of wood for particleboard manufacture. Holztechnol. Dresden 1965 6(40):225-32
- Kubel, H., M.H. Simatupang. 1994. Determination of the change in surface pH of dried and fungus-attacked veneer of Norway spruce and poplar with a surface electrode and a calorimetric method. Holz-als-Roh-Und-Werkstoff

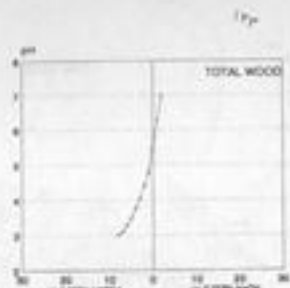
- Labsky, O. 1974. Changes in the pH value of wood after treatment with ammonia. Drevarsky-vyskum 1924 19(3): 125-135.
- LJ.H.M., Y.M.Hsiang, 1963. Study of wood pH. Sci Silvae Peking 1963 8(3): 263-6
- Nussbaum, R., J. Bjurman, 1991. Protection against mould and blue stain by changing the pH of the wood surface. Rapport... Trateknik-centrum 1991 No. 9102002, 20pp
- Parameswar, N. 1974. pH and buffering capacity of some tropical tree barks. J. of the Indian Academy of Wood Science 1974 5(1): 28-31
- Peng, H.Y., J. Li. 1983. The effect of pH and the buffering capacity of economic wood species growing in northeast on the gelation time of urea-formaldehyde resin, J. of North-Eastern Forestry Institute, China, 1983 11(4): 100-105
- Sakano, T., T. Goto, 1969. Studies on the impact strength of adhesives. III. Effect of specific gravity, pH and wettability (of the wood). Bull. Fac. Agric. Shimane Univ. No.3 1969(55-60)
- Schroeder, H.A., C.J. Koufik. 1972. The characterization of wet-wood in western hemlock. Wood Science and Technology 1972 6(2): 85-94.
- Valente, H.M. 1975. Acidity of wood. Folleto-Tecnico Forestal Institute, Forestal Nacional Argentina 1975 No.34 7pp.
- Wong, W.C. 1980. Density and pH values of exotic and indigenous trees grown in Peninsular Malaysia. Malaysian Forester 1980 43(2): 219-231.
- Yin, S.C., W.H. Wang, H. H. Gao. 1982. Studies on the wood pH and buffering capacity of hybrid poplars. J. of Nanjing Technological College of Forest Products 1982 N. 3 : 143-157
- Yin, S.C., B.Z. Cao, C.Z. Sun, 1984. A study on wood pH and buffering capacity of *Pinus massoniana*. Scientia-Silvae-Sinicae 1984 20(1) ^ 104-107.
- Zenktelar, M., H. wozniak. 1965. pH of wood of certain polish tree species. Sylwan 1965 109(2) : 49-53.



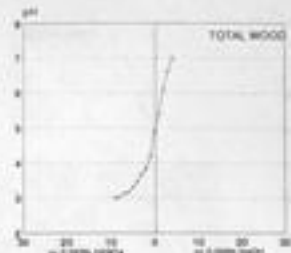
شکل نمیه ۲- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب نمدار



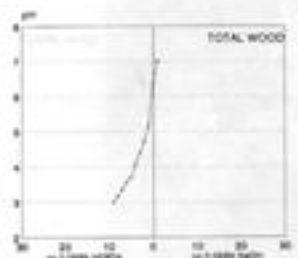
شکل نمیه ۱- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب بلج



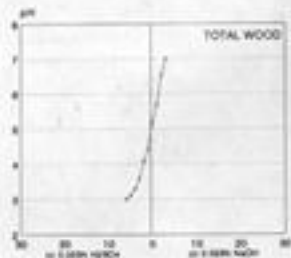
شکل نمیه ۶- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب تونگا



شکل نمیه ۵- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب انجیلی



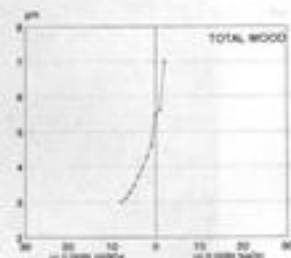
شکل نمیه ۳- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب افرا



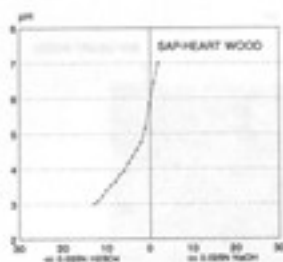
شکل نمیه ۴- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب مرز



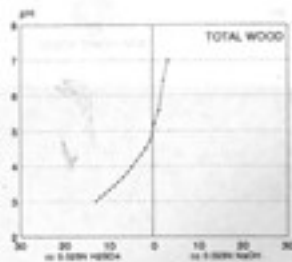
شکل نمیه ۸- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب بلوط



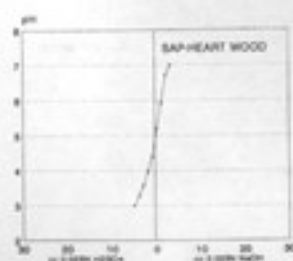
شکل نمیه ۷- منحنی تغییرات pH
 شماره تمام چوب راش



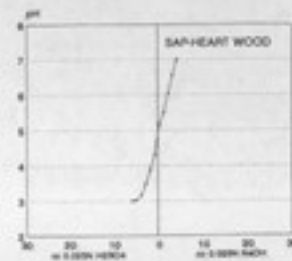
شکل ضمیمه ۱۰- منحنی تغییرات pH
عماره مخلوط درون چوب و برون
چوب ملج



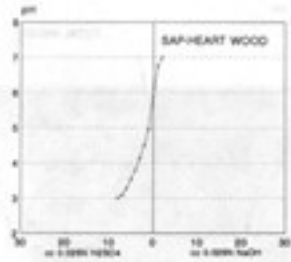
شکل ضمیمه ۹- منحنی تغییرات pH
عماره تمام چوب گرمسای



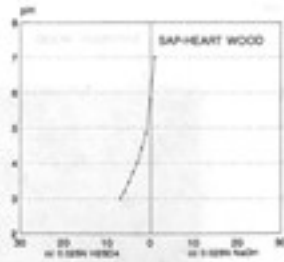
شکل ضمیمه ۱۲- منحنی تغییرات pH
عماره مخلوط درون چوب و برون چوب
مرز



شکل ضمیمه ۱۱- منحنی تغییرات pH
عماره مخلوط درون چوب و برون چوب
نمدار



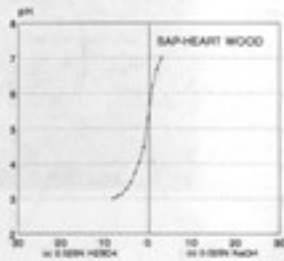
شکل ضمیمه ۱۵- منحنی تغییرات pH
عماره مخلوط درون چوب و برون چوب
توسکا



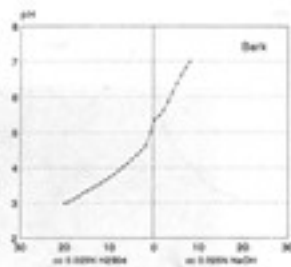
شکل ضمیمه ۱۳- منحنی تغییرات pH
عماره عماره مخلوط درون چوب و
برون چوب افر



شکل ضمیمه ۱۶- منحنی تغییرات pH
عماره مخلوط درون چوب و برون چوب
راش

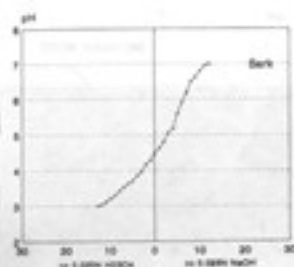


شکل ضمیمه ۱۴- منحنی تغییرات pH
عماره مخلوط درون چوب و برون چوب
انجیلی



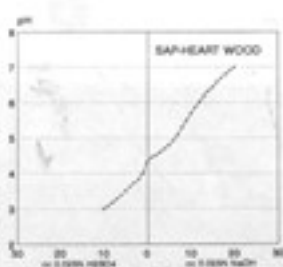
شکل شمیه 21- منحنی تغییرات pH

عصاره پوست مرز

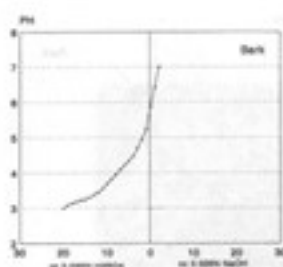


شکل شمیه 22- منحنی تغییرات pH

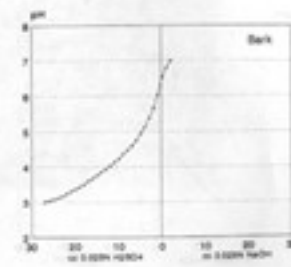
عصاره پوست انجیلی



شکل شمیه 17- منحنی تغییرات pH

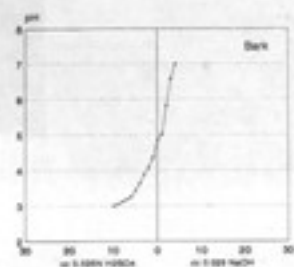
عصاره مخلوط درون چوب و سرون
چوب بلوط

شکل شمیه 19- منحنی تغییرات pH

عصاره پوست تلخ
چوب کاج

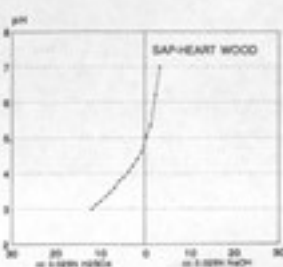
شکل شمیه 20- منحنی تغییرات pH

عصاره پوست افرا

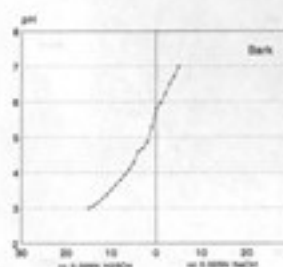


شکل شمیه 23- منحنی تغییرات pH

عصاره پوست توسک

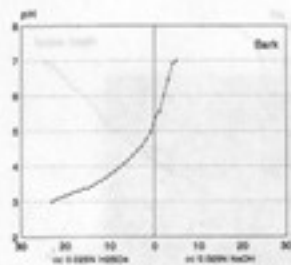


شکل شمیه 18- منحنی تغییرات pH

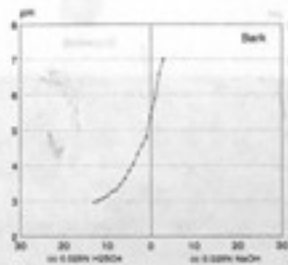
عصاره مخلوط درون چوب و سرون
چوب خرمندی

شکل شمیه 24- منحنی تغییرات pH

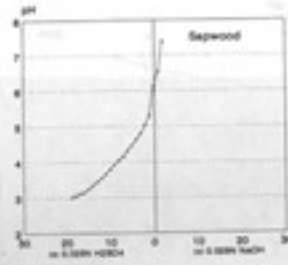
عصاره پوست نمدار
چوب گردو



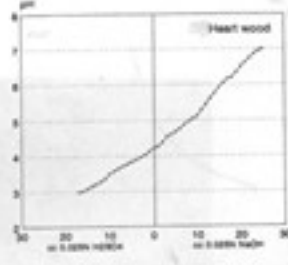
شکل شمیه ۲۷- منحنی تغییرات pH
عصاره پوست خرمندی



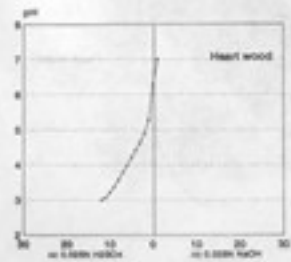
شکل شمیه ۲۵- منحنی تغییرات pH
عصاره پوست راش



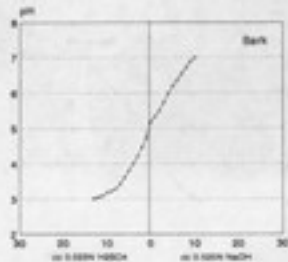
شکل شمیه ۳۱- منحنی تغییرات pH
عصاره برون چوب تلج



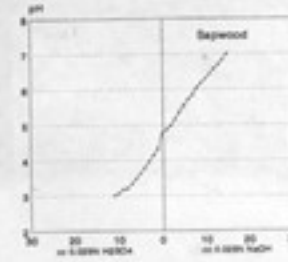
شکل شمیه ۲۹- منحنی تغییرات pH
عصاره درون چوب بلوط



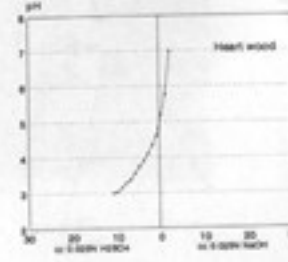
شکل شمیه ۲۸- منحنی تغییرات pH
عصاره درون چوب تلج



شکل شمیه ۲۶- منحنی تغییرات pH
عصاره پوست بلوط



شکل شمیه ۳۲- منحنی تغییرات pH
عصاره برون چوب بلوط



شکل شمیه ۳۰- منحنی تغییرات pH
عصاره درون چوب خرمندی